

**PERANCANGAN PABRIK MONOPROPILEN GLIKOL DARI PROSES  
HIDRASI PROPYLEN ASAM KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



**Skripsi**

**Oleh :**

**Kanthi Setyani**

**NIM I0505038**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2010**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR  
PRARANCANGAN PABRIK MONOPROPILEN GLIKOL  
DARI PROSES HIDRASI PROPILEN OKSIDA  
DENGAN KATALIS ASAM  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Oleh:

Kanthi Setyani  
NIM. 1 0505038

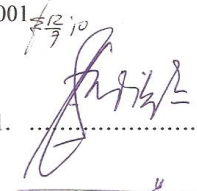

Pembimbing



Ir. Endang Mastuti  
NIP. 19500125 1979032 2 001

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Fadilah,ST.,MT  
NIP. 19720812 200003 2 001
2. Wusana Agung W.,ST,MT  
NIP. 19801005 200501 1 001

1.  14/7 2016  
2.  14/07 '10

Disahkan

Ketua Jurusan Teknik kimia



Ir. Kinf Jumari, M.Sc

NIP. 19650315 199702 1 001



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. LATAR BELAKANG PENDIRIAN PABRIK

Memasuki era globalisasi sektor industri mengalami perkembangan pesat, termasuk di dalamnya perkembangan subsektor industri kimia. Sejalan dengan itu meningkat pula kebutuhan akan berbagai bahan penunjang untuk proses – proses dalam industri, salah satu bahan penunjang tersebut adalah Monopropilen Glikol.

Monopropilen Glikol adalah suatu senyawa yang mempunyai rumus kimia  $C_3H_8O_2$ , senyawa ini mempunyai nama komersial *Propylene Glycol Industrial* (PGI) dan *Propylene Glycol USP* ( PG USP ) sedangkan nama IUPAC dari senyawa ini adalah *1, 2 – Propanediol*. Senyawa ini mempunyai sifat – sifat: jernih, kental, cair, sedikit berbau, sedikit pahit, dan mempunyai tekanan uap rendah ( Kirk Othmer, 1983 ).

Monopropilen Glikol merupakan salah satu bahan yang kita butuhkan dimana sampai saat ini masih mengimport dari negara lain.

Kebutuhan Monopropilen Glikol di Indonesia dapat diketahui dari besarnya impor Monopropilen Glikol yang masuk ke Indonesia karena sampai sekarang ini belum berdiri pabrik yang memproduksi Monopropilen Glikol di Indonesia.

Pabrik Monopropilen Glikol ini direncanakan untuk tahun 2018 dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri serta dapat mengeksport produk ke luar negeri. Pendirian pabrik ini juga akan berdampak positif dengan mendorong munculnya



pabrik yang memproduksi Propilen Oksida. Dengan pendirian pabrik Monopropilen Glikol ini juga diharapkan dapat menambah devisa negara serta mengatasi masalah pengangguran.

## 1.2. PENENTUAN KAPASITAS RANCANGAN PABRIK

Didalam penentuan kapasitas produksi, faktor – faktor yang harus dipertimbangkan adalah antara lain jumlah konsumsi produk, pasokan bahan baku yang akan digunakan, dan kapasitas produksi pada titik *Break Even Point* ( BEP ), maka dilakukan analisa untuk mendapatkan kapasitas produksi perancangan.

Kebutuhan Monopropilen Glikol di Indonesia cenderung mengalami peningkatan. Konsumsi Monopropilen Glikol dalam negeri dapat diketahui data impor Monopropilen Glikol yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik ( BPS ) sebagai berikut :

Tabel 1.1 Data impor Monopropilen Glikol di Indonesia

Tahun	Impor Monopropilen Glikol (ton)
2004	16941,857
2005	18602,076
2006	17544,457
2007	20054,114
2008	22873,143

Sumber : (www.bps.go.id)

Kapasitas minimum pabrik yang sudah ada adalah 35.000 ton/tahun pada Pabrik Olin Brandenburg, Ky USA.



Dari data impor Monopropilen Glikol, kebutuhan Monopropilen Glikol di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus  $y = 1331,46x + 15208,75$  dimana  $y$  adalah kebutuhan Monopropilen Glikol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan  $x$  adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2004 sampai tahun yang akan dihitung.

Dari persamaan tersebut, besarnya kebutuhan Monopropilen Glikol Indonesia untuk tahun 2018 adalah sebesar 35180,65 ton, sehingga ditentukan kapasitas perancangan pabrik Monopropilen Glikol yang akan didirikan sebesar 50.000 ton /tahun dengan maksud untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri disamping kelebihan produksinya diproyeksikan untuk ekspor.

### 1.3. PEMILIHAN LOKASI PABRIK

Lokasi suatu pabrik akan mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan dan penentuan kelangsungan produksinya. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu :

1. Faktor Utama
  - a. Sumber bahan baku
  - b. Pemasaran
  - c. Penyediaan tenaga Listrik dan bahan bakar
  - d. Penyediaan air
2. Faktor Khusus
  - a. jenis transportasi
  - b. kebutuhan tenaga kerja



- c. tinggi rendahnya pajak
- d. keadaan masyarakat
- e. karakteristik lokasi
- f. kebijaksanaan pemerintah

Dengan pertimbangan hal tersebut diatas, maka lokasi pabrik direncanakan berdiri di Gresik, Jawa Timur. Pertimbangan – pertimbangan dipilihnya lokasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sumber bahan baku

Bahan baku Propilen Oksida yang masih diimpor dari Cina (Jiangsu Jinhaode International Trading Co., Ltd.). Agar kontinuitas bahan baku bisa terjaga, maka pabrik didirikan di kawasan industri Gresik yang terdapat pelabuhan ekspor-impor.

2. Letak pasar

Produksi Monopropilen Glikol di gunakan untuk kebutuhan pabrik dalam negeri yang sebagian berada di kawasan industri Gresik. Jadi pemasaran produk cukup dekat. Produksi juga dimaksudkan untuk ekspor dan untuk pasar di Luar Jawa, sehingga pemilihan lokasi tepat karena dekat dengan pelabuhan untuk ekspor lewat laut.

3. Penyediaan tenaga listrik dan bahan bakar

Kebutuhan listrik pabrik ini sebagian dipenuhi dari PLN, sedangkan untuk menjamin kelancaran penyediaan tenaga listrik bagi kelangsungan produksi, pabrik memiliki generator pembangkit tenaga listrik sendiri. Kebutuhan



bahan bakar yaitu solar yang dipakai menjalankan generator diperoleh dari Pertamina atau dari pasaran yang ada.

#### 4. Penyediaan Air

Kebutuhan air proses, air umpan boiler, air konsumsi umum dan sanitasi yang digunakan adalah air yang diperoleh dari PT. Petrokimia yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Untuk air pendingin digunakan air laut.

#### 5. Jenis dan sarana transportasi

Gresik merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi, karena dekat dengan pelabuhan laut yang besar. Transportasi jalan raya juga terhubung dengan baik dengan berbagai daerah.

#### 6. Kebutuhan tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja sangat mudah tercukupi karena di Indonesia khususnya di Gresik, Jawa Timur, memiliki tenaga kerja yang cukup banyak, baik sebagai tenaga ahli ( *skilled labour* ), menengah maupun sebagai buruh kasar ( *unskilled labour* ).

#### 7. Kebijakan Pemerintah

Gresik dirancang sebagai kawasan Industri oleh Pemda Tk. I Jawa Timur. Oleh karena itu, pemerintah daerah tentu akan banyak memberikan kemudahan bagi industri baru yang akan didirikan di wilayahnya , terutama dalam hal perijinan untuk pendirian pabrik baru di kawasan Industri ini.



#### 8. Keadaan Masyarakat

Gresik merupakan kawasan industri, sehingga masyarakatnya telah terbiasa untuk menerima kehadiran suatu pabrik di daerahnya. Selain itu masyarakat juga dapat mengambil keuntungan dengan pendirian pabrik ini.

#### 9. Karakteristik lokasi

Di kawasan industri Gresik ini telah disediakan tanah yang cukup relatif luas sehingga memungkinkan adanya perluasan pabrik dimasa datang.

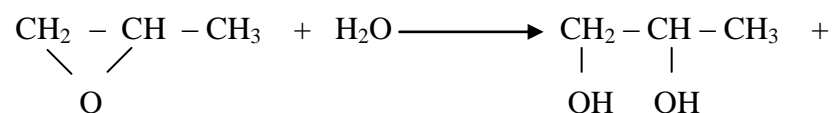
### 1.4. TINJAUAN PUSTAKA

#### 1.4.1. Macam – macam proses

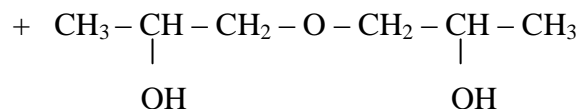
Ditinjau dari prosesnya, pembuatan Monopropilen Glikol dapat dilakukan dengan 3 proses :

##### 1. Hidrasi Propilen Oksida tanpa katalis

Reaksi :

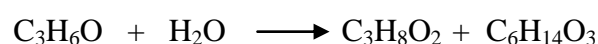


( Monopropilen Glikol )



( Dipropilen Glikol )

Bisa ditulis :



Propilen Oksida dan air dicampur dan disimpan dalam feed tank kemudian dipompa dari feed tank ke dalam reaktor. Reaksi di reaktor berlangsung dalam

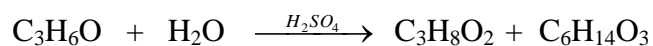




fase cair, yang sebelumnya ditambahkan ethanol sebagai pelarut propilen oksida. Hasil reaksi yang berupa Monopropilen Glikol, dan sedikit Dipropilen Glikol serta air sisa reaksi dari reaktor dilakukan pemisahan awal dengan separator untuk memisahkan sebagian air sisa reaksi, kemudian campuran Monopropilen Glikol dan air dimurnikan dengan proses distilasi. Reaksi terjadi pada suhu 120°-190°C dan tekanan hingga 2170 KPa dalam fase cair – cair ( Kirk Othmer, 1983 ).

## 2. Hidrasi Propilen Oksida dengan katalis asam

Reaksi :



Proses ini sama dengan hidrasi Propilen Oksida tanpa katalis, namun dalam proses ini dipakai katalis asam yang dicampur H<sub>2</sub>O yang direaksikan dengan Propilen Oksida di reaktor.

Proses ini analog dengan proses (1), tetapi dalam proses ini digunakan katalis asam. Reaksi terjadi dengan ratio mol H<sub>2</sub>O dengan Propilen Oksida adalah 20:1 dengan katalisator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Reaksi dalam fase cair - cair (Kirk Othmer, 1983).

Peningkatan kecepatan reaksi yang signifikan dapat diperoleh pada nilai pH yang rendah. Namun katalis asam harus dihilangkan sebelum distilasi untuk mencegah korosi pada dinding menara distilasi (Mc. Ketta, 1990).

Pada pembuatan Monopropilen Glikol ini, hal yang perlu diperhatikan adalah suhu operasi tidak boleh melebihi 52 °C karena Propilen Oksida mempunyai titik didih rendah (34,23 °C) sehingga

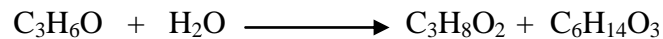


mengakibatkan kehilangan banyak oksida pada arus keluar karena penguapan (Fogler, 1957).

Karena suhu operasi tersebut, maka tekanan yang digunakan adalah 3 atm untuk mempertahankan fase Propilen Oksida dalam fase cair (Ullman's, 2002).

### 3. Hidrasi Propilen Oksida dengan katalis basa

Reaksi:



Proses ini sama dengan hidrasi Propilen Oksida tanpa katalis. Namun dalam proses ini digunakan katalis basa yang dicampur dengan air sampai konsentrasi tertentu kemudian direaksikan dengan Propilen Oksida dalam rektor hidrasi (Kirk Othmer, 1983).

Menurut Mc. Ketta (1990) pada pH diatas 12 pada penggunaan katalis basa, reaksi akan mendominasi. Tetapi reaksi ini tidak digunakan dalam industri karena:

1. Basa kuat membutuhkan pengolahan yang signifikan.
2. Memerlukan penghilangan basa sebelum distilasi.
3. Akan menghasilkan glikol tingkat tinggi.
4. Menghasilkan isomer diglikol yang tidak diinginkan.

Kondisi operasi yang digunakan sama dengan proses katalis asam.

Penggunaan katalis baik asam maupun basa dapat meningkatkan kecepatan reaksi maupun selektivitas produk. Penggunaan katalis juga dapat mengurangi kebutuhan air yang berlebih (www.dow.com).



Untuk pemilihan proses pembuatan Monopropilen Glikol perlu telaah :

Tabel 1.2 Tinjauan Pemilihan Proses Pembuatan Monopropilen Glikol

No.	Tinjauan	Hidrasi Propilen Oksida Tanpa Katalis	Hidrasi Propilen Oksida dengan Katalis Asam	Hidrasi Propilen Oksida dengan Katalis Basa
1	Waktu reaksi	Lambat	Lebih cepat	Lebih cepat
2	Suhu	120 – 190 °C	24-52 °C	24-52 °C
3	Tekanan	22 atm (2170 kPa)	3 atm	3 atm
4	Katalis	Tanpa katalis	Asam (peningkatan kecepatan reaksi lebih signifikan)	Basa (menghasilkan isomer diglikol yang tidak diinginkan)
5	Ratio PO : air (mol)	> 1:20	1:20	1:20

Dari data diatas, maka proses yang dipilih adalah proses hidrasi Propilen Oksida dengan katalis asam.

#### 1.4.2.Kegunaan produk

Monopropilen Glikol digunakan secara luas dalam industri kimia makanan yaitu digunakan sebagai pelarut, selain itu sebagai *softening agent*, minyak pelumas pada mesin dan juga untuk industri obat- obatan. Monoropilen Glikol adalah pelarut yang baik untuk pewarna makanan dan zat pengharum, digunakan sebagai *humectanat* untuk pembuatan tembakau, dapat juga digunakan sebagai inhibitor dalam fermentasi makanan, untuk pelembut atau pelembab di bidang farmasi, selain itu juga berguna dalam industri cat dan makanan ternak ( Kirk Othmer, 1983).



### 1.4.3. Sifat – sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk

#### 1.4.3.1. Sifat bahan baku

##### 1. Propilen Oksida

Propilen Oksida mempunyai rumus bangun :

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$$

Propilen Oksida merupakan cairan yang tidak berwarna dan baunya tidak menyengat. Bahan kimia ini dapat dihasilkan dari Propilen melalui proses khlorohidrasi menghasilkan chlorohydrin, kemudian diikuti dengan proses dehydroklorinasi dengan menggunakan *lime* untuk menghasilkan Propilen Oksida dan *salt* ( Kirk Othmer,1983).

##### a. Sifat fisis ( Kirk Othmer,1983)

Berat molekul	: 58,08
Titik didih ( 1 atm), °C	: 34,23
Titik leleh, °C	: -112,22
Densitas, gr/cm <sup>3</sup>	: 0,8299
Viskositas (10 °C), Cp	: 0,36
Refraktive indeks	: 1,3605
Spesifik Heat (20 °C)	: 0,48
Panas penguapan, kal/gr	: 113

##### b. Sifat kimia (Kirk Othmer,1983)

- Reaksi dengan air



Propilen Oksida direaksikan dengan air menggunakan katalis asam, katalis basa maupun tanpa katalis menghasilkan Monopropilen Glikol dan Dipropilen Glikol

▪ Reaksi dengan alkohol dan phenol

Dengan alkohol dan phenol, Propilen Oksida menghasilkan glikol eter yang akan bereaksi lebih lanjut membentuk di-, tri-, dan polipropilen glikol eter.

▪ Reaksi dengan amina

Propilen Oksida direaksikan dengan amonia tanpa katalis membentuk mono-, di-, tri- iso propanolamina.

▪ Reaksi dengan asam organik

Propilen Oksida direaksikan dengan asam organik akan menghasilkan glikol monoeter.

▪ Reaksi dengan komponen thio

Propilen Oksida direaksikan dengan hidrogen sulfida dan dengan thiols (merkaptan) dan thiophenol tanpa katalis akan membentuk merkaptopropanol dan glikol trieter.

▪ Reaksi dengan produk natural

Propilen Oksida jika direaksikan dengan gugus hidroksil dalam gula, selulosa dan glikol dengan katalis alkalin membentuk hidroksi propil eter dan turunan poliglikol.



## 2. Air

Air mempunyai rumus kimia  $H_2O$ , adapun sifat fisis dan kimia air adalah sebagai berikut :

### a. Sifat fisis (Perry,1997)

Berat molekul	: 18,0152
Titik leleh ( 1 atm), °C	: 0
Titik didih ( 1 atm), °C	: 100
Tekanan kritis, atm	: 218
Temperatur kritis, °C	: 374,2
Panas difusi, kkal/gmol	: 1,43
Panas penguapan, kkal/gmol	: 9,71
Panas pembentukan, kkal/gmol	: - 68,31
Indeks bias	: 1,333
Densitas (20 °C), gr/cc	: 0,9982
Viskositas (Cp)	: 0,6985

### b. Sifat kimia (Perry,1997)

- Mudah melarutkan zat- zat baik cair, padat maupun gas.
- Merupakan reagen penghidrolisa pada proses hidrolisa.

## 3. Asam Sulfat

### a. Sifat fisis (Kirk Othmer,1983)

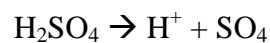
- Berat molekul, gram/mol : 98
- Warna : tak berwarna



- Wujud : cair
- *Specific gravity* :  $1,834 \frac{18^0}{4}$
- Titik didih, °C : 340
- Titik lebur, °C : 10,49
- Densitas, gram/mL : 1,8361

b. Sifat kimia (Kirk Othmer,1983)

- Merupakan asam kuat
- Mempunyai senyawa kovalen
- Merupakan elektrolit kuat
- Sempurna mengion menjadi  $H^+$  dan  $HSO_4^-$



- pH kurang dari 7

4. Sodium Hidroksida ( NaOH)

a. Sifat fisis (Kirk Othmer,1983)

- Berat molekul, gram/mol : 39,998
- Warna : putih
- *Specific gravity* (20 °C) : 2,13
- Titik didih, °C : 1388
- Titik lebur, °C : 318
- Densitas, gram/mL : 1,5253
- Indeks bias : 1,48



- Panas laten, J/gr : 167,4
- Entropi, J/mol.K : 64,45

b. Sifat Kimia (Kirk Othmer, 1983)

- Umumnya digunakan pada reaksi netralisasi untuk membentuk garam sodium.
- Bereaksi dengan logam amphotoric (Al, Zn, Sn) dan oksidanya membentuk anion seperti  $\text{AlO}_2^-$ ,  $\text{ZnO}_2^-$ ,  $\text{SnO}_2^-$ , dan  $\text{H}_2$  (atau  $\text{H}_2\text{O}$  dengan oksida).

5. Ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )

a. Sifat fisis (Kirk Othmer, 1983)

- Berat molekul, gram/mol : 46,07
- Warna : tidak berwarna
- *Specific gravity* :  $0,789 \frac{20^\circ}{4}$
- Titik didih,  $^\circ\text{C}$  : 78,32
- Titik lebur,  $^\circ\text{C}$  : -114,1
- Densitas, gram/mL : 0,7893
- Indeks bias : 1,364
- Tekanan kritis (kPa) : 6383,48
- Volume kritis, L/mol : 0,167
- Panas laten, J/gr : 839,31
- Viskositas ( $20^\circ\text{C}$ ) : 1,17





b. Sifat kimia (Kirk Othmer,1983)

- Atom hidrogen dari gugus hidroksil dapat digunakan oleh logam aktif seperti sodium, potasium, dan kalsium untuk membentuk logam etoksida (ethylate) dengan evolusi gas hidrogen.
- Sodium ethoxide dapat diperoleh dari reaksi etil alkohol dan sodium, atau mereflux etil alkohol dengan sodium hidroksida anhidrous.

6. Sodium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

a. Sifat fisis (Kirk Othmer,1983)

- Berat molekul, gram/mol : 142,05
- bentuk : kristal
- *Specific gravity* : 2,664
- Titik lebur, °C : 884
- Panas pembentukan, kJ/mol : 1385
- Panas pelarutan, kJ/mol : 1,17

b. Sifat kimia (Kirk Othmer,1983)

- Reaktifitas  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  cukup rendah pada suhu kamar dan sebaliknya sangat reaktif pada suhu tinggi.
- Kristal  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  peka terhadap besi, senyawa besi dan beberapa senyawa organik.



#### 1.4.3.2. Sifat Produk

##### 1. Monopropilen Glikol

Zat yang sering disebut dengan *1,2 propanediol* merupakan salah satu bahan kimia yang mempunyai rumus  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ . Bahan kimia ini berbentuk cairan tidak berwarna, sedikit berbau khas, dan tidak berasa. Monopropilen Glikol merupakan bahan yang dihasilkan melalui reaksi hidrasi Propilen Oksida (Kirk Othmer, 1983).

##### a. Sifat fisis (Kirk Othmer, 1983)

Berat molekul	: 76,1
Titik leleh ( 1 atm), °C	: - 60
Titik didih ( 1 atm), °C	: 187,4
Tekanan uap (25°C), Kpa	: 0.017
Panas penguapan, kkal/gmol	: 12,94
Panas pembentukan, kkal/gmol	: 119,5
Indeks bias	: 1,4327
Densitas (25°C), gr/cc	: 1,032
Viskositas (25°C), cp	: 48.6
<i>Spesific heat</i> , kkal/gr.°C	: 0,5934

##### b. Sifat kimia (Kirk Othmer, 1983)

- Monopropilen Glikol diesterifikasi langsung dengan maleic, Fumaric atau asam- asam sejenis alkil halida atau asam anhidrid menghasilkan mono dan dieter dengan katalis peroksida pada tekanan rendah dengan zat adesif.



- Monopropilen Glikol digunakan sebagai inhibitor dalam katalis basa untuk menghasilkan mono (primer dan sekunder) dan dieter (polieter poliol).
- Eter ester dari Monopropilen Glikol dihasilkan dengan esterifikasi monoeter dari Monopropilen Glikol dengan asam, asam anhidrit atau alkil halida.
- Kondensasi Monopropilen Glikol dengan aldehid menghasilkan siklik asetol atau 4 metil 1,3 dioksilan.

## 2. Dipropilen Glikol

Dipropilen Glikol adalah produk samping pada pembuatan Monopropilen Glikol, yang memiliki rumus kimia berikut  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OCHCH}_2\text{OH}$  memiliki sifat kimia yang sama dengan Monopropilen Glikol. Kegunaan dari Dipropilen Glikol adalah untuk pembuatan poliester resin dan untuk ekstraksi hidrokarbon dan urethan dan juga untuk *plasticizer*. (Kirk Othmer 1983)

### a. Sifat fisis (Kirk Othmer,1983)

Berat molekul	: 134,18
Titik leleh ( 1 atm), °C	: - 40
Titik didih ( 1 atm), °C	: 232.2
Tekanan uap (25°C), kPa	: 0.0021
Panas penguapan, kkal/gmol	: 53,64
Indeks bias	: 1,4407

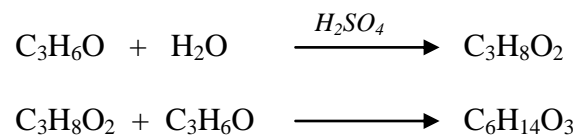


Viskositas (25°C), Cp : 75

Density (25°C), gr/mL : 1,022

#### 1.4.4. Tinjauan Proses

Pembuatan Monopropilen Glikol dari Propilen Oksida merupakan reaksi hidrasi dalam fase cair dengan persamaan reaksi :



Pada reaksi ini terjadi reaksi samping yaitu satu mol Propilen Oksida bereaksi dengan satu mol Monopropilen Glikol membentuk satu mol Dipropilen Glikol.

Reaksi samping yang dihasilkan dapat dikendalikan dengan menggunakan perbandingan reaktan yaitu perbandingan Propilen Oksida dengan air yang tepat. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang maksimal digunakan perbandingan mol reaktan Propilen Oksida dibanding air adalah 1 : 20. Konversi reaksi ini adalah 85% dengan menggunakan perbandingan 1:20 akan memberikan hasil Monopropilen Glikol 90%, Dipropilen Glikol 10%. (Kirk Othmer, 1983)

Reaksi berjalan pada kisaran suhu 52°C dengan tekanan 3 atm. Pemilihan kondisi operasi tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa kondisi tersebut laju pembentukan produk utama Monopropilen Glikol optimal dan pemilihan tekanan operasi 3 atm adalah untuk mempertahankan fase Propilen Oksida dalam fase cair. (Ullman, 2002)



Menurut Fogler (1957), reaksi hidrasi dapat dijalankan dengan menggunakan katalis asam dan menggunakan  $H_2O$  berlebih maka reaksi hidrasi Propilen Oksida adalah reaksi orde satu dengan persamaan kecepatan reaksi (Fogler, 1957) :

$$k = A.e^{-E/R.T} = 16,96.10^{12} (e^{-32.400/R.T}) h^{-1}$$

Dimana :

A = frekuensi faktor ( $h^{-1}$ )

E = energi aktivasi (Btu/lbmol)

R = konstanta gas (1,986 Btu/lbmol.R)

T = Suhu (R)



## **BAB II**

### **DESKRIPSI PROSES**

#### **2.1. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK**

##### **2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku**

###### **1. Propilen Oksida ( $C_3H_6O$ ) (Jiangsu, [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))**

Bentuk	: cair
Kenampakan	: tak bewarna, tak berbau
Densitas ( $20^{\circ}C$ ), g / $cm^3$	: 0,8299
Viskositas ( $10^{\circ}C$ ), Cp	: 0,36
Kemurnian, min	: 99,95 % berat
Impuritas ( $H_2O$ )	: 0,05 % berat

###### **2. $H_2O$ (Perry, 1997)**

Bentuk	: cair
Kenampakan	: tak bewarna, tak berbau
Densitas ( $20^{\circ}C$ ), $gr/cm^3$	: 0,9982
Oksigen terlarut maksimum	: 1 ppm
Kandungan silika, maksimum (ppm)	: 0,02
Kesadahan total, maksimum (ppm)	: 70

##### **2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu**

###### **1. Asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) ([www.petrokimia-gresik.com](http://www.petrokimia-gresik.com))**

Bentuk	: cair
--------	--------



Kenampakan	: tak bewarna, berbau
Densitas $\text{gr/cm}^3$	: 1,8361
Kemurnian	: 98% berat

2. Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) ([www.pt indo acidatama.com](http://www.pt indo acidatama.com))

Bentuk	: cair
Kenampakan	: tak bewarna, tak berbau
Densitas ( $20^\circ\text{C}$ ), $\text{g / cm}^3$	: 0,754 $\text{g/cm}^3$
Kemurnian, min	: 96,5 % berat

3. Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) (PT Aneka Kimia Inti)

Bentuk	: cair
Kenampakan	: tak berwarna
Densitas ( $20^\circ\text{C}$ ), $\text{g / cm}^3$	: 2,13
Kemurnian, min	: 48 % berat

### 2.1.3 Spesifikasi Produk

1. Monopropilen Glikol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ ) ([www.dow.com](http://www.dow.com))

Bentuk	: cair
Kenampakan	: tak bewarna, tak berbau
Densitas ( $25^\circ\text{C}$ ), $\text{gr/cm}^3$	: 1,035
Viskositas ( $25^\circ\text{C}$ ), Cp	: 48,6
Kemurnian, minimum	: 99,46 % berat
Impuritas ( $\text{H}_2\text{O}$ dan DPG)	: 0,54 % berat



#### 2.1.4 Spesifikasi Produk Samping

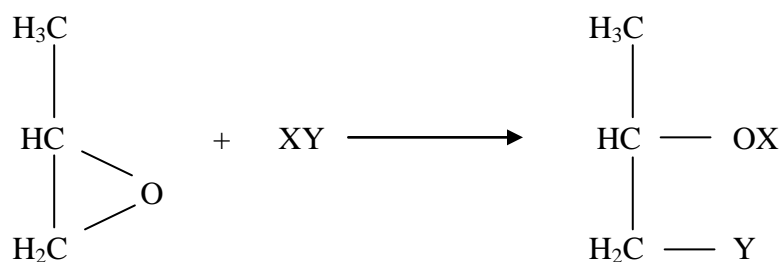
##### 1. Dipropilen Glikol ( $C_6H_{14}O_3$ )

Bentuk	: cair
Kenampakan	: tak bewarna, tak berbau
Densitas ( $25^\circ\text{C}$ ), $\text{gr}/\text{cm}^3$	: 1,023
Viskositas ( $25^\circ\text{C}$ ), Cp	: 75
Kemurnian, min	: 91,66 % berat
Impuritas ( $C_3H_8O_2$ dan $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )	: 8,34 % berat

## 2.2 KONSEP PROSES

### 2.2.1. DASAR REAKSI

Reaksi antara Propilen Oksida yang termasuk senyawa dengan gugus epoksi dengan senyawa lain dimulai dengan terbukanya cincin epoksi :



Dalam pembuatan Monopropilen Glikol ini, reaksi yang terjadi adalah reaksi hidrasi yaitu reaksi antara Propilen Oksida dengan air (Mc. Ketta, 1990).

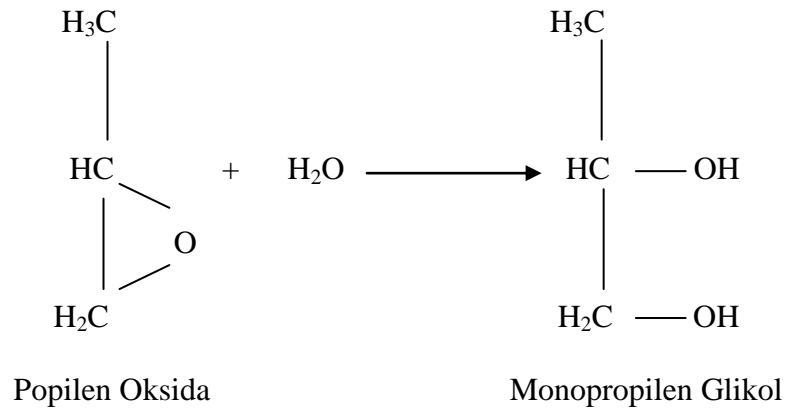
### 2.2.2. MEKANISME REAKSI

Reaksi hidrasi Propilen Oksida ini menggunakan katalis, terjadi menurut mekanisme reaksi berikut :

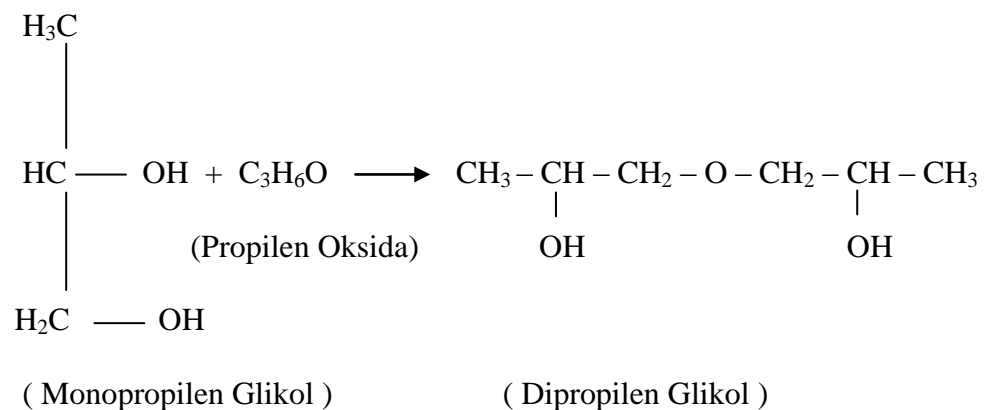




Reaksi Utama :



Reaksi Samping :



Propilen Oksida yang mengandung gugus epoksi bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{O}$  dimulai dengan pemecahan gugus epoksi yang selanjutnya berikatan dengan  $\text{H}_2\text{O}$  membentuk Monopropilen Glikol. Reaksi ini selalu diikuti reaksi samping dari Monopropilen Glikol yang terbentuk dengan Propilen Oksida membentuk Dipropilen Glikol ( Kirk Othmer ,1983).

### 2.2.3. KONDISI OPERASI

Reaksi berjalan pada suhu  $52^\circ\text{C}$  dengan tekanan 3 atm. Pemilihan kondisi operasi tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa pada kondisi tersebut laju



pembentukan produk utama Monopropilen Glikol optimal dan untuk mempertahankan fase Propilen Oksida dalam fase cair, yang sebelumnya ditambahkan ethanol sebagai pelarut propilen oksida (Fogler, 1957).

Reaksi dijalankan dalam kondisi isothermal sehingga suhu dalam reaktor harus selalu konstan  $52^{\circ}\text{C}$  maka digunakan reaktor jenis RATB karena ada pengadukan. Selain itu fase reaktan adalah cair sehingga memungkinkan penggunaan reaktor RATB.

Reaksi samping yang menghasilkan Dipropilen Glikol ini tidak dapat dihindari namun dapat ditekan dengan melakukan penggunaan air dalam jumlah besar sebagai reaktan berlebih. Artinya mol rasio reaktan antara PO dan air harus besar yaitu 1 : 20, agar Monopropilen Glikol, produk reaktor, bisa tinggi dengan konversi 85% mol Propilen Oksida yang terdiri dari Monopropilen Glikol 90% dan Dipropilen Glikol 10% (Kirk Othmer, 1983).

Reaksi yang terjadi pada kondisi non adiabatik dan isothermal. Katalis yang digunakan adalah larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan kadar 98 % berat sebanyak 0,1% berat dari jumlah  $\text{H}_2\text{O}$  yang digunakan dalam reaksi. Tujuan penggunaan katalis asam adalah untuk meningkatkan kecepatan reaksi maupun selektivitas produk.

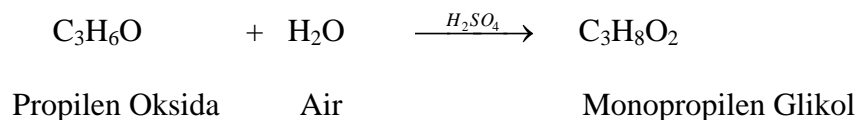
#### **2.2.4. TINJAUAN TERMODINAMIKA**

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (reversible/irreversible). Untuk menentukan reaksi eksotermis atau endotermis, panas reaksi dapat dihitung

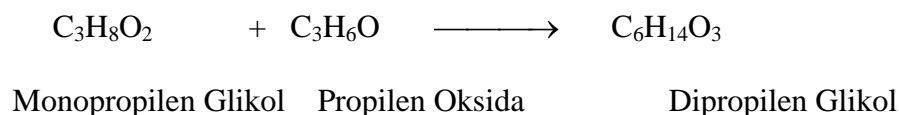


dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) pada  $P=1$  atm dan  $T=298,15$  K. Pada proses pembentukan Monopropilen Glikol terjadi reaksi berikut:

Reaksi utama :



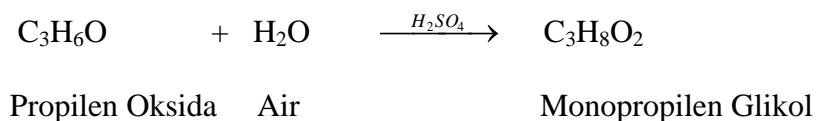
Reaksi samping :



Tabel 2.1 Harga  $\Delta H_f$  dan  $\Delta G_f$

Komponen	$\Delta H_f$ , kJ/mol	$\Delta G_f$ , kJ/mol
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	- 92,8754	- 25,77
$\text{H}_2\text{O}$	- 241,8	- 288,6
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$	- 421,5	- 304,48
$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_3$	- 628	- 406

a) Untuk reaksi utama :



i. Panas reaksi standar  $\Delta H_f^\circ$

$$\Delta H_f^\circ_{298} = \Delta H_f^\circ_{\text{produk}} - \Delta H_f^\circ_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta H_f^\circ_{298} = \Delta H_f^\circ_{(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2)} - \left[ \Delta H_f^\circ_{(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})} + \Delta H_f^\circ_{(\text{H}_2\text{O})} \right]$$

$$\Delta H_f^\circ_{298} = -421,50 - (-92,8754 + (-241,8)) \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_f^{\circ}{}_{298} = -86,8246 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga  $\Delta H_f^{\circ}$  negatif, maka reaksi bersifat eksotermis

$\Delta H^{\circ}$  pada suhu reaksi 325 K adalah

$$dH = n \cdot C_p \cdot dT$$

$$\Delta H^{\circ}{}_{325} = n \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dT$$

$$\Delta H^{\circ}{}_{325} = \sum m \cdot C_p \cdot dT = \sum m \cdot C_p \cdot [25 - 298]$$

$$\Delta H^{\circ}{}_{325} = \sum C_p \text{ produk} - \sum C_p \text{ reaktan} \int dT$$

$$\Delta H^{\circ}{}_{325} = [4,4038 - (1,5962 + 1,049)] \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}{}_{325} = 1,3986 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ} = \Delta H_f^{\circ}{}_{298} + \Delta H^{\circ}{}_{325}$$

$$\Delta H^{\circ} = -86,8246 \text{ kJ/mol} + 1,3986 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ} = -85,436 \text{ kJ/mol}$$

ii. Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

$$\Delta G_f = -R \cdot T \cdot \ln K$$

Dimana :

$\Delta G_f$  = Energi Gibbs pada keadaan standar (25°C, 1 atm).

R = Konstanta gas = 8,314 J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

T = Suhu standar = 298 K

K = Konstanta kesetimbangan reaksi

Dari reaksi utama,  $\Delta G_f^{\circ}$  untuk :

$$\Delta G_f^{\circ}{}_{298} = \sum (n \Delta G_f^{\circ}) \text{ produk} - \sum (n \Delta G_f^{\circ}) \text{ reaktan}$$



$$\Delta G_f^{\circ}{}_{298} = \Delta G_f^{\circ}{}_{\text{MPG}} - (\Delta G_f^{\circ}{}_{\text{PO}} + \Delta G_f^{\circ}{}_{\text{H}_2\text{O}})$$

$$\Delta G_f^{\circ}{}_{298} = -304,48 - (-25,77 + (-228,60)) \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_f^{\circ}{}_{298} = -50,11 \text{ kJ/mol}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-(-50,11 \text{ kJ/mol})}{8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/mol.K} \times 298 \text{ K}} = 20,2254 \rightarrow K_{298} = 6,07855 \times 10^8$$

iii. Konstanta kesetimbangan (K) pada :  $T = 52^{\circ}\text{C} = 325\text{K}$

$$\ln \frac{K_1}{K_2} = -\frac{\Delta H^{\circ}}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (\text{Smith J.M \& Van Ness, H.C, 2001})$$

Dengan :  $K_1$  = Konstanta kesetimbangan pada 298,15 K

$K_2$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

$T_1$  = Suhu standar ( $25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$ )

$T_2$  = Suhu operasi ( $52^{\circ}\text{C} = 325\text{K}$ )

$R$  = Tetapan gas ideal =  $8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/mol.K}$

$\Delta H^{\circ}$  = Panas reaksi standar pada 298,15 K

$$\ln \frac{6,0785 \cdot 10^8}{K_2} = -\frac{-86,8246 \text{ kJ/mol}}{8,314 \cdot 10^{-3} \text{ J/mol K}} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{325} \right)$$

$$\ln \frac{6,0785 \cdot 10^8}{K_2} = 0,0537$$

$$K_2 = 0,0537 \times 6,0785 \cdot 10^8 \rightarrow K_2 = 3,2641 \cdot 10^7$$

b) Untuk reaksi samping:



Monopropilen Glikol    Propilen Oksida                      Dipropilen Glikol



i. Panas reaksi standar ( $\Delta H_f^\circ$ )

$$\Delta H_f^\circ_{298} = \Delta H_f^\circ_{\text{produk}} - \Delta H_f^\circ_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta H_f^\circ_{298} = \Delta H_f^\circ_{(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_3)} - \left[ \Delta H_f^\circ_{(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)} + \Delta H_f^\circ_{(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})} \right]$$

$$\Delta H_f^\circ_{298} = -628 - (-421,50 + (-92,8754)) \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ_{298} = -113,74 \text{ kJ/mol}$$

$\Delta H^\circ$  pada suhu reaksi 325°C adalah

$$dH = n \cdot C_p \cdot dT$$

$$\Delta H^\circ_{325} = n \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dT$$

$$\Delta H^\circ_{325} = \sum m \cdot C_p \cdot dT = \sum m \cdot C_p \cdot [98 - 325]$$

$$\Delta H^\circ_{325} = \left[ \sum C_p \text{ produk} - \sum C_p \text{ reaktan} \right] dT$$

$$\Delta H^\circ_{325} = [6,2467 - (1,0491 + 4,0439)] \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{325} = 1,1537 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_{298,15} + \Delta H^\circ_{325}$$

$$\Delta H^\circ = -113,74 \text{ kJ/mol} + 1,1537 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ = -112,5863 \text{ kJ/mol}$$

ii. Konstanta kesetimbangan (K)

$$\Delta G_f = -R \cdot T \cdot \ln K$$

Dimana :

$\Delta G_f$  = Energi Gibbs pada keadaan standar (25°C, 1 atm).

R = Konstanta gas = 8,314 J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>



$T$  = Suhu standar,  $^{\circ}\text{K}$

$K$  = Konstanta kesetimbangan

Dari reaksi samping,  $\Delta G_f^{\circ}$  untuk :

$$\Delta G^{\circ}_{298} = \Delta G_{f \text{ produk}}^{\circ} - \Delta G_{f \text{ reaktan}}^{\circ}$$

$$\Delta G^{\circ}_{298} = \Delta G_f^{\circ}(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_3) - \Delta G_f^{\circ}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) + \Delta G_f^{\circ}(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})$$

$$\Delta G^{\circ}_{298} = -406,00 - (-304,48 - 25,77) \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}_{298} = -75,75 \text{ kJ/mol}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-(-75,75) \text{ kJ/mol}}{8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/mol K} \times 298 \text{ K}} = 30,5743 \rightarrow K_{298} = 1,8978 \cdot 10^{13}$$

iii. Konstanta kesetimbangan ( $K$ ) pada :  $T = 52^{\circ}\text{C} = 325 \text{ K}$

$$\ln \frac{K_1}{K_2} = -\frac{\Delta H^{\circ}}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{1,8978 \cdot 10^{13}}{K_2} = -\frac{-113,74 \text{ kJ/mol}}{8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/mol K}} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{325} \right)$$

$$\ln \frac{1,8978 \cdot 10^{13}}{K_2} = 3,8139$$

$$K_2 = 3,8139 \times 1,8975 \cdot 10^{13} \rightarrow K_2 = 8.6020 \cdot 10^{14}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan relatif besar, maka reaksi samping berlangsung searah yaitu ke kanan (*irreversible*)



### 2.2.5. TINJAUAN KINETIKA REAKSI

Reaksi hidrasi Propilen Oksida dengan katalis asam sulfat yang menghasilkan Monopropilen Glikol merupakan reaksi orde satu terhadap konsentrasi Propilen Oksida dengan persamaan kecepatan reaksi :

Menurut Fogler, 1957

$$-r_a = k(C_a)$$

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

$$k = 16,96 \cdot 10^{12} \exp\left(-\frac{32.400}{RT}\right) h^{-1}$$

Dimana :

$k$  = tetapan kecepatan reaksi ( $jam^{-1}$ )

$A$  = faktor frekuensi

$E$  = energi aktivasi (Btu/lbmol)

$R$  = konstanta gas (1,986 Btu/lbmol.R)

$T$  = Suhu (K) =  $52\text{ }^{\circ}\text{C} = 585,6\text{ }^{\circ}\text{R}$

$$k = A \cdot e^{-\frac{E}{R \cdot T}} = 16,96 \cdot 10^{12} (e^{-\frac{32.400}{R \cdot T}}) h^{-1}$$

$$k = 16,96 \cdot 10^{12} (e^{-\frac{32.400}{1,986 \cdot 585,6}}) h^{-1}$$

$$k = 16,96 \cdot 10^{12} (e^{-27,859}) h^{-1}$$

$$k = 16,96 \cdot 10^{12} (7,962 \cdot 10^{-13}) h^{-1} = 13,50 h^{-1} = 0,225 / \text{menit}$$





## **2.3. DIAGRAM ALIR PROSES DAN TAHAPAN PROSES**

### **2.3.1. DIAGRAM ALIR PROSES**

Diagram alir ada tiga macam, yaitu:

- a. diagram alir proses
- b. diagram alir kualitatif
- c. diagram alir kuantitatif



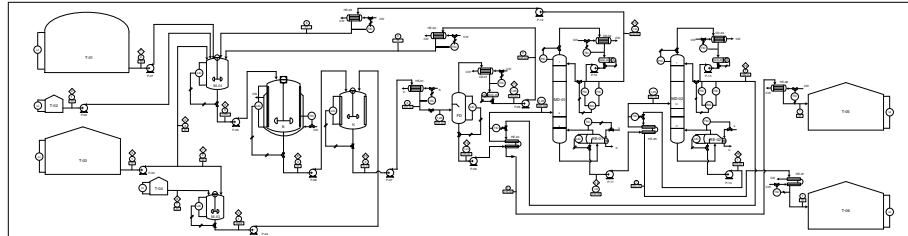
Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol  
dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan  
Katalis Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

---

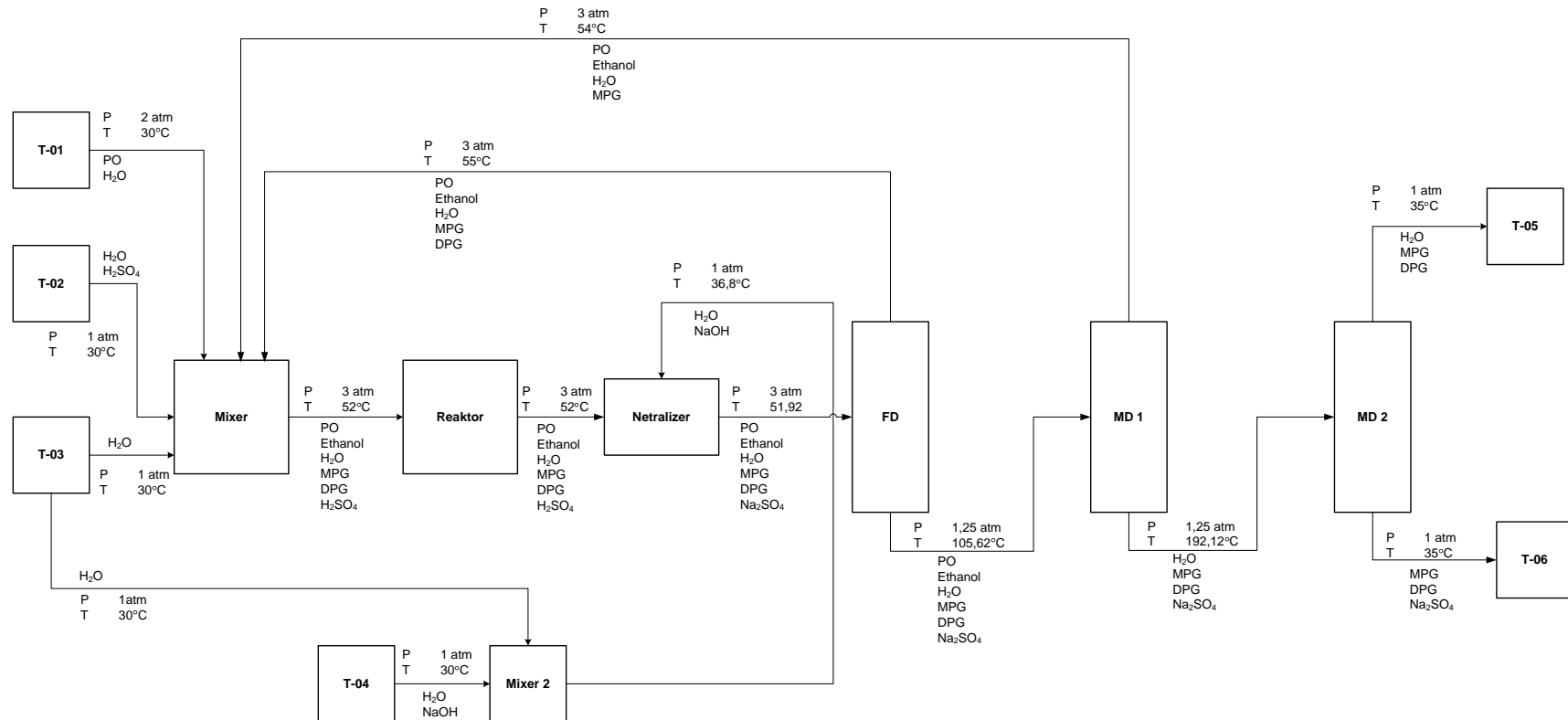


Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol  
dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan  
Katalis Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

DIAGRAM ALIR  
PRARANCANGAN PABRIK MONOPROPILEN GLIKOL  
DARI PROSES HIDRASI PROPILLEN OKSIDA DENGAN KATALIS ASAM  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



NO. ARJIS 100 (10)										Revisions										REVISIONS																																																																															
NO. ARJIS 100 (10)																																																																																																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67																																	

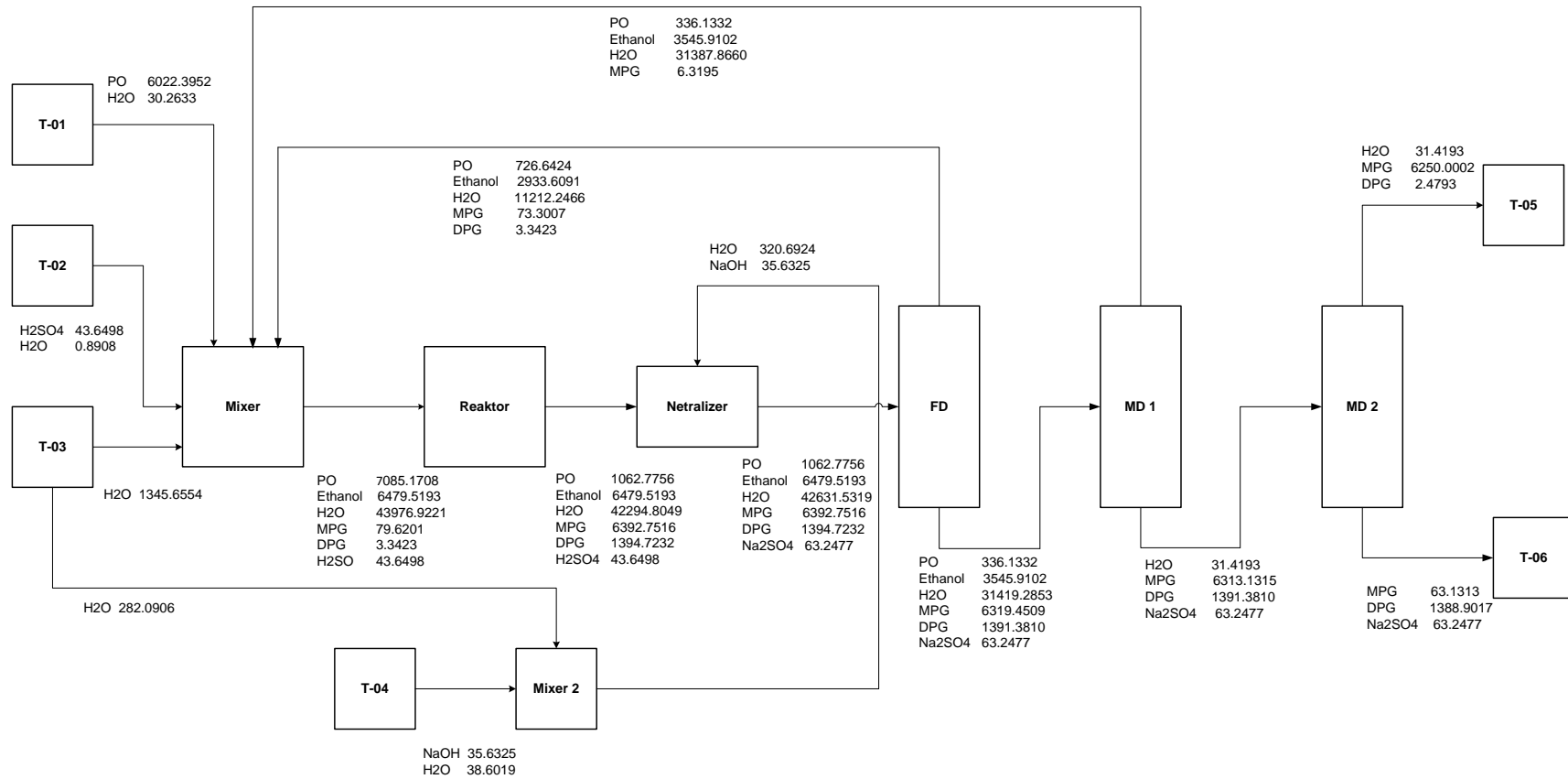


Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif



Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol  
dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan  
Katalis Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

34



Gambar 2.3 Diagram Alir Kuantitatif



### 2.3.2 Tahapan Proses

Proses pembuatan Monopropilen Glikol, dengan bahan baku Propilen Oksida dan air dengan katalis asam sulfat dapat dibagi dalam empat tahap yaitu:

1. Tahap penyimpanan bahan baku
2. Tahap penyiapan bahan baku
3. Tahap pembentukan produk
4. Tahap pemurnian produk

#### 2.3.2.1 Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Bahan baku Monopropilen Glikol yaitu air disimpan pada kondisi suhu 30°C tekanan 1 atm. Sedangkan untuk Propilen Oksida disimpan pada kondisi 30°C dan tekanan 2 atm, hal ini dilakukan agar senyawa tersebut tetap dalam kondisi cair. Bahan baku Propilen Oksida diperoleh dipasaran dengan kemurnian 99,95%. Bahan pembantu ethanol dengan kemurnian 96,5% dan asam sulfat dengan kemurnian 98% disimpan pada kondisi suhu 30°C tekanan 1 atm.

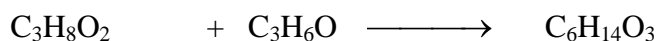
#### 2.3.2.2 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Pada tahap ini bertujuan untuk menyiapkan bahan baku Propilen Oksida dan H<sub>2</sub>O serta bahan pembantu ethanol, NaOH dan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebelum direaksikan. Propilen Oksida dari T-01, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari T-02, dan air dari T-03 diumpankan ke Mixer (M-01) yang mempunyai tekanan 3 atm, dicampur dengan aliran recycle dari Flash Drum (FD-01) dan menara distilasi pertama (MD-01). Campuran produk tangki pencampur dialirkan ke reaktor dengan kondisi operasi 52°C. Sedangkan NaOH dari T-04 dan air dari T-03 diumpankan ke Mixer (M-02) untuk mengencerkan NaOH 48 % sebelum digunakan dalam netralizer (N-01).



### 2.3.2.3 Tahap Pembentukan Produk

Reaksi yang terjadi dalam reaktor :



Campuran Propilen Oksida, air,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan ethanol dari mixer (M-01) dialirkan ke reaktor (R-01). Perbandingan mol umpan Propilen Oksida terhadap  $\text{H}_2\text{O}$  yang digunakan adalah 1 : 20, dengan komposisi hasil reaksi 90% Monopropilen Glikol dan 10% Dipropilen Glikol. (Kirk Othmer, 1983)

Reaktor ini merupakan reaktor jenis *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR). Reaktor beroperasi secara isothermal pada suhu  $52^\circ\text{C}$  dan tekanan 3 atm. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis, maka untuk mempertahankan suhu dalam reaktor diperlukan pendingin. Pendingin yang digunakan adalah jaket dengan media pendingin air yang mempunyai suhu masuk  $30^\circ\text{C}$ . Produk yang keluar dari reaktor terdiri dari Monopropilen Glikol, Dipropilen Glikol,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ethanol, Propilen Oksida sisa dan  $\text{H}_2\text{O}$  sisa.

### 2.3.2.4 Tahap Pemurniaan Produk

Pada tahap ini bertujuan untuk memisahkan Monopropilen Glikol dari Dipropilen Glikol dan sisa rektan lainnya untuk mendapatkan produk Monopropilen Glikol. Tahap pemurnian dan pemisahan produk terdiri dari :

1. Produk dari reaktor dialirkan ke netralizer (N-01) untuk menetralkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan menggunakan Natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ). Hasil dari netralizer dialirkan menuju flash drum (FD-01) yang beroperasi pada 1,25 atm dan suhu



- 105,62°C. Campuran produk dari netralizer sebelumnya diturunkan dulu tekanannya dengan expansion valve sehingga tekannya menjadi 1,25 atm.
2. Flash drum (FD-01) bertujuan untuk memisahkan sebagian Propilen Oksida sisa, ethanol, dan H<sub>2</sub>O. Produk atas flash drum di-*recycle* ke mixer untuk memanfaatkan sisa Propilen Oksida, ethanol dan H<sub>2</sub>O, sedangkan produk bawah dimurnikan lagi dengan menara distilasi (MD-01).
  3. Menara distilasi (MD-01) bertujuan untuk memisahkan sebagian besar H<sub>2</sub>O yang masih terdapat dalam campuran sebagai hasil atasnya. Sedangkan hasil bawah dari menara distilasi (MD-01) adalah campuran yang mengandung sebagian besar Monopropilen Glikol. Hasil atas dari menara distilasi (MD-01) ini kemudian di-*recycle* ke mixer untuk memanfaatkan H<sub>2</sub>O nya, sedangkan hasil bawah dialirkan ke menara distilasi (MD-02) untuk dipisahkan antara produk utama Monopropilen Glikol dan produk samping Dipropilen Glikol.
  4. Dalam menara distilasi (MD-02) terjadi pemisahan produk utama Monopropilen Glikol dan produk samping Dipropilen Glikol. Hasil atas adalah Monopropilen Glikol dengan kadar 99,46% berat yang selanjutnya dialirkan dalam tangki penyimpanan produk (T-05) yang beroperasi pada suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Produk samping Dipropilen Glikol 91,66% berat dialirkan ke tangki penyimpanan produk (T-06) yang beroperasi pada suhu 35°C dan tekanan 1 atm.





## 2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas

Produk : Monopropilen Glikol 99%

Kapasitas Perancangan : 50.000 ton/tahun

Waktu operasi selama 1 tahun : 330 hari

Waktu operasi selama 1 hari : 24 jam

### 2.4.1 Neraca Massa

Basis Perhitungan : 1 jam operasi

Satuan : kg

Tabel 2.2 Neraca Massa Reaktor

Komponen	input	output
	arus (5)	arus (6)
PO	7085,1708	1062,7756
Etanol	6479,5193	6479,5193
H <sub>2</sub> O	43976,9221	42294,8049
MPG	79,6201	6392,7516
DPG	3,3423	1394,7232
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	43,6498	43,6498
Jumlah	<b>57668,2244</b>	<b>57668,2244</b>

Tabel 2.3 Neraca Massa Mixer 2

Komponen	input		output
	arus (7)	arus (8)	arus (9)
H <sub>2</sub> O	38,6019	282,0906	320,6924
NaOH	35,6325	0	35,6325
Jumlah	74,2344	282,0906	356,3249
	<b>356,3249</b>		<b>356,3249</b>



Tabel 2.4 Neraca Massa Netralizer

Komponen	input		output
	arus (6)	arus (9)	arus (10)
PO	1062,7756	0	1062,7756
Etanol	6479,5193	0	6479,5193
H <sub>2</sub> O	42294,8049	320,6924	42631,5319
MPG	6392,7516	0	6392,7516
DPG	1394,7232	0	1394,7232
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	43,6498	0	0
NaOH	0	35,6325	0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	0	63,2477
Jumlah	57668,2244	2622,5702	58024,5493
	<b>58024,5493</b>		<b>58024,5493</b>

Tabel 2.5 Neraca Massa Flash Drum

Komponen	input	output	
	arus (10)	arus (11)	arus (12)
PO	1062,7756	726,6424	336,1332
metanol	6479,5193	2933,6091	3545,9102
H <sub>2</sub> O	42631,5319	11212,2466	31419,2853
MPG	6392,7516	73,3007	6319,4509
DPG	1394,7232	3,3423	1391,3810
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	63,2477	0	63,2477
Jumlah	58024,5493	14949,1411	43075,4082
	<b>58024,5493</b>	<b>58024,5493</b>	



Tabel 2.6 Neraca Massa Menara Distilasi 1

Komponen	input	output	
	arus (12)	arus (13)	arus (14)
PO	336,1332	336,1332	0
metanol	3545,9102	3545,9102	0
H <sub>2</sub> O	31419,2853	31387,8660	31,4193
MPG	6319,4509	6,3195	6313,1315
DPG	1391,3810	0	1391,3810
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	63,2477	0	63,2477
Jumlah	43075,4082	35276,2288	7799,1794
	<b>43075,4082</b>	<b>43075,4082</b>	

Tabel 2.7 Neraca Massa Menara Distilasi 2

Komponen	input	output	
	arus (14)	arus (15)	arus (16)
H <sub>2</sub> O	31,4193	31,4193	0
MPG	6313,1315	6250,0002	63,1313
DPG	1391,3810	2,4793	1388,9017
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	63,2477	0	63,2477
Jumlah	7799,1794	6283,8987	1515,2806
	<b>7799,1794</b>	<b>7799,1794</b>	



Tabel 2.8 Neraca Massa Mixer 1

Komponen	input					output
	arus (1)	arus(2)	arus(4)	arus(11)	arus(13)	arus(5)
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
PO	6022,3952	0	0	726,6424	336,1332	7085,1708
Etanol	0	0	0	2933,6091	3545,9102	6479,5193
H <sub>2</sub> O	30,2633	0,8908	1345,6554	11212,2466	31387,8660	43976,9221
MPG	0	0	0	73,3007	6,3195	79,6201
DPG	0	0	0	3,3423	0	3,3423
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	43,6498	0	0	0	43,6498
Jumlah	6052,6585	44,5406	1345,6554	14949,1411	35276,229	57668,2244
			<b>57668,2244</b>			<b>57668,2244</b>

Tabel 2.9 Neraca Massa Overall

Komponen	input				output	
	arus (1)	arus(2)	arus(3)	arus(8)	arus(15)	arus(16)
PO	6022,3952	0	0	0	0	0
Etanol	0	0	0	0	0	0
H <sub>2</sub> O	30,2633	0,8908	1627,7460	38,6019	31,4193	0
MPG	0	0	0	0	6250,0002	63,1313
DPG	0	0	0	0	2,4793	1388,9017
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	43,6498	0	0	0	0
NaOH	0	0	0	35,6325	0	0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	0	0	0	0	63,2477
Jumlah	6052,65846	44,5406	1627,7460	74,2344	6283,8988	1515,2806
			<b>7799,1794</b>		<b>7799,1794</b>	



#### 2.4.2 Neraca Panas

Basis Perhitungan : 1 jam operasi

Satuan : kJ

Tabel 2.10 Neraca Panas Mixer 1

Komponen	input					output
	arus(1)	arus(2)	arus(4)	arus(11)	arus(13)	arus(5)
PO	91588,4371	0	0	44773,6348	32585,9521	407054,4382
Etanol	0	0	0	202011,8127	348778,1832	416207,8237
H <sub>2</sub> O	579,3024	17,0520	27823,4476	1360179,5333	3698847,6206	4983210,3438
MPG	0	0	0	5997,6986	651,5086	6080,2149
DPG	0	0	0	253,8714	0	236,8958
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	413,3846	0	0	0	1711,7228
Jumlah	92167,7395	430,4366	27823,4476	1613216,5509	4080863,2645	5814501,4391
	5814501,4391					5814501,4391

Tabel 2.11 Neraca Panas Mixer 2

Komponen	input	output
Panas umpan masuk	7112,2117	
Panas pengenceran	9068,2422	
Panas keluar		16180,4539
Jumlah	16180,4539	16180,4539



Tabel 2.12 Neraca Panas Netralizer

Komponen	input		output
	arus (6)	arus (9)	arus (10)
PO	60938,0591	0	60850,4533
Etanol	418129,2122	0	414905,5158
H <sub>2</sub> O	4777072,9452	1086,2609	4796297,1833
MPG	486272,8479	0	485583,1142
DPG	98747,3973	0	98606,9707
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1706,3176	0	0
NaOH	0	14897,3043	0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	0	2733,7643
Sub Jumlah	5842866,7793	15983,5652	5858977,0015
Panas reaksi	126,6570		
Jumlah	5858977,0015		5858977,0015

Tabel 2.13 Neraca Panas Flash Drum

Komponen	input	output	
	arus (10)	arus (11)	arus (12)
PO	288302,6207	287483,8966	818,7241
Etanol	2491159,8577	2481779,8049	9380,0528
H <sub>2</sub> O	24591648,8706	24459528,5754	132120,2952
MPG	78018,5273	59281,1720	18737,3554
DPG	5907,5715	2024,9100	3882,6615
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100,5564	0	100,5564
Jumlah	27455138,0042	27290098,3588	165039,6454
	27455138,0042	27455138,0042	



Tabel 2.14 Neraca Panas Menara Distilasi 1

Komponen	input	output
Panas umpan masuk	13161577,7942	0
Panas dalam distilat	0	11131833,8266
Panas dalam bottom	0	3850556,6186
Beban kondenser	0	76864935,2534
Beban reboiler	78685747,9044	0
Jumlah	91847325,6986	91847325,6986

Tabel 2.15 Neraca Panas Menara Distilasi 2

Komponen	Input	Output
Panas umpan masuk	3839401,7437	0
Panas dalam distilat	0	3065112,8030
Panas dalam bottom	0	910367,5303
Beban kondenser	0	5886040,3974
Beban reboiler	6022118,9871	0
Jumlah	9861520,7307	9861520,7307



## 2.5 Lay Out Pabrik dan Peralatan

### 2.5.1 Lay Out Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah (Vilbrant, 1959):

1. Pabrik Monopropilen Glikol ini merupakan pabrik baru (bukan pengembangan), sehingga penentuan *lay out* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan.
3. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *lay out* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, dari bahan yang mudah meledak dan jauh dari asap atau gas beracun.
4. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *out door*.
5. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan / lahan.





Secara garis besar *lay out* dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu (Vilbrant, 1959):

1. Daerah administrasi/ perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual.

2. Daerah proses

Merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung.

3. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk

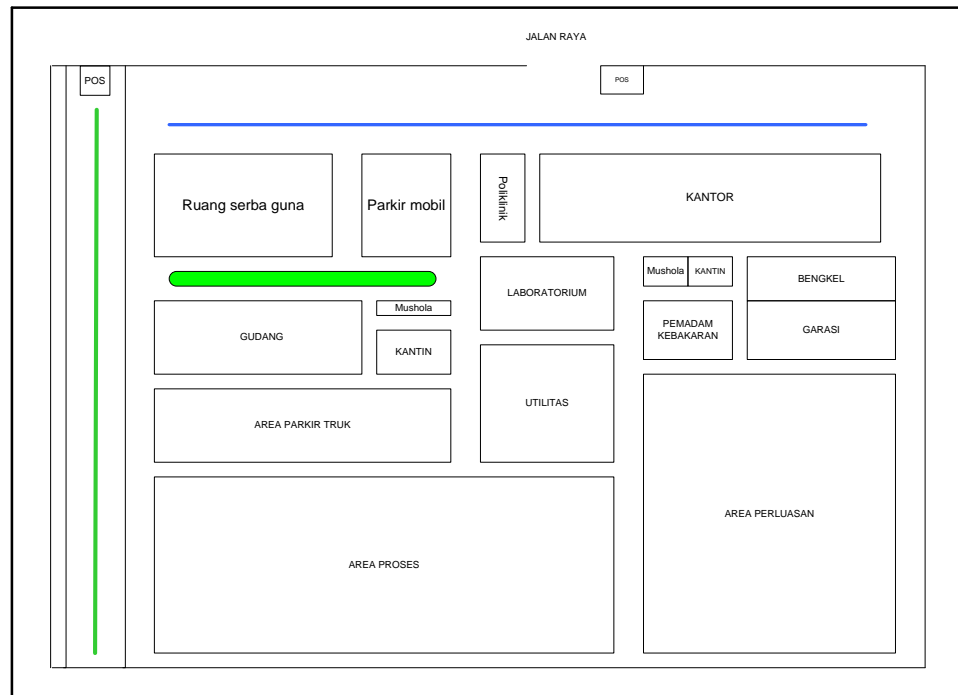
Merupakan daerah untuk tangki bahan baku dan produk.

4. Daerah gudang, bengkel dan garasi

Merupakan daerah yang digunakan untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.

5. Daerah utilitas

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan.



Skala 1 : 600

Keterangan warna

— : taman

— : Jalan

Gambar 2.4 Lay Out Pabrik

### 2.5.2 Lay Out Peralatan

*Lay out* peralatan proses adalah tempat dimana alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik Monopropilen Glikol, antara lain (Vilbrant, 1959):

#### 1. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar peralatan proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari



terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

## 2. Cahaya

Penerangan sebuah pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

## 3. Lalu lintas manusia

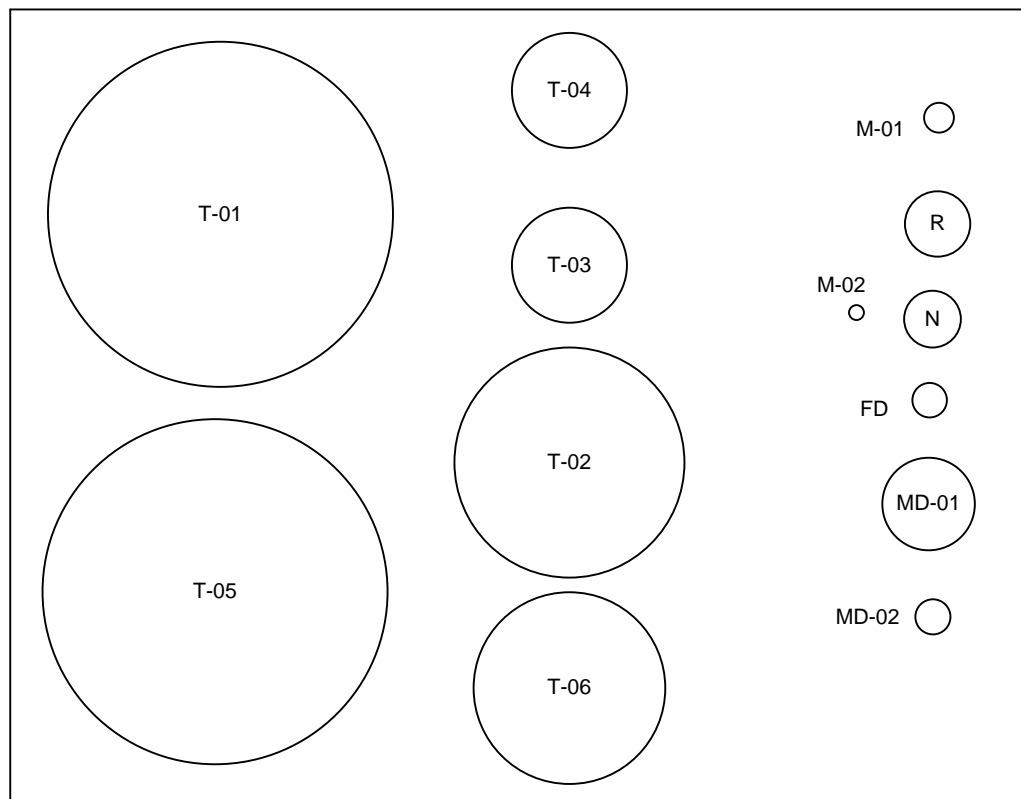
Dalam perancangan *lay out* peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga diprioritaskan.

## 4. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

## 5. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.



Skala 1 : 300

#### Keterangan

T	: Tangki	R	: reaktor
M	: Mixer	MD	: Menara Distilasi
N	: Netraliser	FD	: Flash Drum

Gambar 2.5 Tata letak alat proses



### BAB III

#### SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

##### 3.1. Reaktor

Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor

Kode	R
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi propilen oksida dan $H_2O$ menjadi monopropilen glikol
Tipe	<i>Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	
- Tekanan	3 atm
- Suhu	52 °C
Spesifikasi Pengaduk	
- Jenis pengaduk	Turbin 6 <i>blade</i> dengan <i>baffle</i>
- Diameter	2,8399 ft
- Kecepatan	1,6892 rps
- Daya	20 Hp
- Material	<i>Titanium</i>
Spesifikasi Pendingin	
- Jenis	Pendingin jaket
- Pendingin	air laut



Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol  
dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan  
Katalis Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

- Tinggi jaket	11,1720 ft
- Tebal <i>shell</i>	0,375 in
- Material	<i>Titanium</i>
Bentuk head	<i>Torispherical dished head</i>
Tebal head	0,625 in
Tinggi head	0,5382 m
Tinggi total reaktor	6,27 m



### 3.2. Mixer

Tabel 3.2 Spesifikasi Mixer

Kode	M-01	M-02
Fungsi	Mencampur umpan segar dan recycle yang akan diumpankan ke reaktor	Melarutkan larutan NaOH 48% dengan air menjadi larutan NaOH 10%
Tipe	Tangki vertikal berpengaduk	Tangki vertikal berpengaduk
Jumlah	1 buah	1 buah
Kondisi operasi		
- Tekanan	3 atm	1 atm
- Suhu	52 °C	36 °C
Spesifikasi Pengaduk		
- Jenis pengaduk	Turbin 6 <i>blade</i> tanpa <i>baffle</i>	Turbin 6 <i>blade</i> tanpa <i>baffle</i>
- Diameter	1,2954 ft	0,6475 ft
- Kecepatan	2,6 rps	6,84 rps
- Daya	1 Hp	1,5 Hp
- Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Bentuk head	<i>Torispherical dished head</i>	<i>Torispherical dished head</i>
Tebal head	0,375 in	0,25 in
Tinggi head	0,1823 m	0,1568 m
Tinggi total reaktor	1,526 m	0,9056 m



### 3.3. Netralizer

Tabel 3.3 Spesifikasi Netralizer

Kode	N
Fungsi	Menetralkan $H_2SO_4$ dengan NaOH
Tipe	Tangki vertikal berpengaduk
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	
- Tekanan	3 atm
- Suhu	51 °C
Spesifikasi Pengaduk	
- Jenis pengaduk	Turbin 6 <i>blade</i> tanpa <i>baffle</i>
- Diameter	2,4677 ft
- Kecepatan	2,0216 rps
- Daya	18 Hp
- Material	<i>Stainless Steel</i>
Bentuk head	<i>Torispherical dished head</i>
Tebal head	0,3125 in
Tinggi head	0,4393 m
Tinggi total reaktor	5,3888 m





### 3.4. *Flash Drum*

Tabel 3.4 Spesifikasi *Flash Drum*

Kode	FD
Fungsi	Memisahkan sebagian H <sub>2</sub> O dari campuran hasil reaktor
Tipe	<i>Vertical drum</i>
Jumlah	1 buah
Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Kondisi operasi	
- Tekanan	1,25 atm
- Suhu	105,62 °C
Dimensi	
- Diameter	4,5 ft
- Tinggi	13,5 ft
- Tebal	0,25 in



### 3.5. Tangki

Tabel 3.5 Spesifikasi Tangki

Kode	T-01	T-02	T-03	T-04
Fungsi	Menyimpan propilen oksida selama 30 hari	Menyimpan asam sulfat selama 30 hari	Menyimpan H <sub>2</sub> O selama 30 hari	Menyimpan larutan NaOH selama 30 hari
Tipe	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>torispherical roof</i>	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>
Material	<i>Stainless Steel SA-167</i>	<i>Stainless Steel SA-167</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kondisi operasi - Tekanan	2 atm	1 atm	1 atm	1 atm



- Suhu	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
Kapasitas	10200 bbl	31,5 bbl	3780 bbl	31,5 bbl
Dimensi				
- Diameter	45 ft	15 ft	30 ft	15 ft
- Tinggi total	44,1893 ft	6,9765 ft	35,4595 ft	8,7298 ft
- Tebal silinder				
Course 1	0,9375 in	0,25 in	0,5625 in	0,3125 in
Course 2	0,9375 in		0,5625 in	
Course 3	0,8375 in		0,5 in	
Course 4	0,8375 in		0,5 in	
Course 5	0,8125 in		0,4375 in	
Course 6	0,75 in			
- Tebal head	1,0625 in	0,6875 in	0,4375 in	0,3125 in



Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol  
dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan  
Katalis Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

Kode	T-05	T-06	T-07
Fungsi	Menyimpan monopropilen glikol selama 30 hari	Menyimpan dipropien glikol selama 30 hari	Menyimpan ethanol selama shut down
Tipe	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>
Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kondisi operasi			
- Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
- Suhu	35 °C	35 °C	30 °C
Kapasitas	6800 bbl	1570 bbl	14 bbl
Dimensi			
- Diameter	45 ft	25 ft	10 ft



- Tinggi total	32,1893 ft	22,5496 ft	7,8198 ft
- Tebal silinder			
Course 1	0,875 in	0,5 in	0,25 in
Course 2	0,8125 in	0,5 in	
Course 3	0,6875 in	0,4375 in	
Course 4	0,625 in		
Course 5			
Course 6			
- Tebal head	0,625 in	0,4375 in	0,25 in



### 3.6. Menara Distilasi

Tabel 3.6 Spesifikasi Menara Distilasi

Kode	MD-01	MD-02
Fungsi	Memisahkan propilen oksida, ethanol dan air	Memurnikan monopropilen glikol
Tipe	<i>Plate Tower Sieve Tray</i>	<i>Plate Tower Sieve Tray</i>
Jumlah	1 buah	1 buah
Kondisi operasi		
- Tekanan	1,25 atm	1,25 atm
- Suhu umpan	107 °C	197 °C
- Suhu <i>Bottom</i>	191°C	194 °C
- Suhu <i>Top</i>	105 °C	235 °C
Dimensi atas menara		
- Diameter	3,4326 m	1,0599 m



- Tebal head	0,4375 in	0,3125 in
Dimensi bawah menara		
- Diameter	3,6783 m	1,3954 m
- Tebal head	0,4375 in	0,3125 in
Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Tinggi menara	20,3895 m	16,6629 m



### 3.7. Heat Exchanger

Tabel 3.7 Spesifikasi *Heat Exchanger*

Kode	HE-01	HE-02	HE-03
Fungsi	Memaskan umpan FD	Mendinginkan hasil atas FD	Mendinginkan hasil atas MD-01
Tipe	<i>Shell and tube</i>	<i>Shell and tube</i>	<i>Shell and tube</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Panjang	12 ft	10 ft	10 ft
Kondisi operasi			
- <i>Hot Fluid</i>	252 °C	105 - 54 °C	104 - 55 °C
- <i>Cold fluid</i>	51 – 105 °C	30 - 50 °C	30 - 50 °C
Spesifikasi	<i>Shell Hot Fluid</i> (Steam)	<i>Shell Hot Fluid</i> (hasil atas FD)	<i>Shell Hot Fluid</i> (hasil atas MD-01)
- Kapasitas	58024 kg/jam	14949 kg/jam	35276 kg/jam





- Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Spesifikasi	<i>Tube Cold Fluid</i> (umpan FD)	<i>Tube Cold Fluid</i> (air laut)	<i>Tube Cold Fluid</i> (air laut)
- Kapasitas	7573 kg/jam	37999 kg/jam	96560 kg/jam
- Material	<i>Cast Steel</i>	Titanium	Titanium
- Jumlah	262 tube	252 tube	637 tube
- <i>Pressure drop</i>	0,0092 psi	0,04 psi	0,0139 psi
<i>Dirt factor</i>	0,0032 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0035 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0035 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu
Luas transfer panas	617 ft <sup>2</sup>	494 ft <sup>2</sup>	1250 ft <sup>2</sup>



Kode	HE-04	HE-05	HE-06	HE-07
Fungsi	Memaskan umpan MD-01 dengan hasil atas MD-02	Memaskan umpan MD 02 dengan panas dari hasil bawah MD-02	Mendinginkan hasil atas MD-02	Mendinginkan hasil bawah MD-02
Tipe	<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>	<i>Shell and Tube</i>	<i>Double Pipe</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Panjang	15 ft	15 ft	10 ft	15 ft
Kondisi operasi				
- <i>Hot Fluid</i>	194 – 178 °C	235 – 206 °C	178 – 35 °C	206 – 35 °C
- <i>Cold fluid</i>	105 – 107 °C	191 – 197 °C	30 – 50 °C	30 – 50 °C
Spesifikasi	<i>outer pipe Hot Fluid</i> (hasil atas MD-02)	<i>outer pipe Hot Fluid</i> (hasil bawah MD-02)	<i>Shell Hot Fluid</i> (hasil atas MD-02)	<i>outer pipe Hot Fluid</i> (hasil bawah MD-02)
- Kapasitas	6283 kg/jam	1515 kg/jam	6283 kg/jam	1515 kg/jam



- <i>Pressure drop</i>	2,73 psi	0,258 psi	0,22 psi	3,29 psi
- Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Spesifikasi	<i>inner pipe Cold Fluid (Umpan MD-01)</i>	<i>inner pipe Cold Fluid (Umpan MD-02)</i>	<i>Tube Cold Fluid (air laut)</i>	<i>inner pipe Cold Fluid (air laut)</i>
- Kapasitas	43075 kg/jam	7795 kg/jam	22900 kg/jam	5009 kg/jam
- <i>Pressure drop</i>	1,96 psi	0,12 psi	0,22 psi	0,07 psi
- Material	<i>Cast Steel</i>	<i>Cast Steel</i>	<i>Titanium</i>	<i>Titanium</i>
<i>Dirt factor</i>	0,0033 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0033 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0032 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0032 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu
Luas transfer panas	52 ft <sup>2</sup>	85 ft <sup>2</sup>	333 ft <sup>2</sup>	112 ft <sup>2</sup>



### 3.8. Condenser

Tabel 3.8 Spesifikasi *Condenser*

Kode	CD-01	CD-02	CD-03
Fungsi	Mengkondensasikan hasil atas FD	Mengkondensasikan hasil atas MD-01	Mengkondensasikan hasil atas MD-02
Tipe	<i>Shell and tube</i>	<i>Shell and tube</i>	<i>Shell and tube</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Panjang	10 ft	16 ft	10 ft
Kondisi operasi			
- <i>Hot Fluid</i>	105 °C	105 - 104 °C	193 - 188 °C
- <i>Cold fluid</i>	30 - 50 °C	30 - 50 °C	30 - 50 °C
Spesifikasi	<i>Shell</i> <i>Hot Fluid</i> (hasil atas FD)	<i>Shell</i> <i>Hot Fluid</i> (hasil atas MD-01)	<i>Shell</i> <i>Hot Fluid</i> (hasil atas MD-02)



- Kapasitas	14949 kg/jam	35198 kg/jam	6283 kg/jam
- Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
- <i>Pressure drop</i>	1,327 psi	0,899 psi	0,0095 psi
Spesifikasi	<i>Tube Cold Fluid</i> (air laut)	<i>Tube Cold Fluid</i> (air laut)	<i>Tube Cold Fluid</i> (air laut)
- Kapasitas	27315 kg/jam	458436 kg/jam	70381 kg/jam
- Material	Titanium	Titanium	Titanium
- Jumlah	188 tube	801 tube	118 tube
- <i>Pressure drop</i>	0,078 psi	0,612 psi	0,23 psi
<i>Dirt factor</i>	0,0032 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0030 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0033 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu
Luas transfer panas	371 ft <sup>2</sup>	2515 ft <sup>2</sup>	229 ft <sup>2</sup>



### 3.9. Reboiler

Tabel 3.9 Spesifikasi *Reboiler*

Kode	RB-01	RB-02
Fungsi	Menguapkan sebagian hasil bawah menara destilasi I	Menguapkan sebagian hasil bawah menara destilasi II
Tipe	<i>Kettle Reboiler</i>	<i>Kettle Reboiler</i>
Jumlah	1 buah	1 buah
Panjang HE	15 ft	10 ft
Kondisi operasi		
- <i>Hot Fluid</i>	252 °C	252 °C
- <i>Cold fluid</i>	191 °C	235 °C
Spesifikasi tube	<i>Hot Fluid (steam)</i>	<i>Hot Fluid (steam)</i>
- Kapasitas	45953 kg/jam	3538 kg/jam



- IDT	0,652 in	0,652 in
- ODT	0,75 in	0,75 in
- Jumlah <i>tube</i>	1240	774
- Tube pass	2	2
- Material	Cast Steel	Cast Steel
- <i>Pressure drop</i>	0,0047 psi	0,00002 psi
Spesifikasi <i>shell</i>	<i>Cold fluid</i> (hasil bawah MD-01)	<i>Cold fluid</i> (hasil bawah MD-02)
- Kapasitas	7799 kg/jam	1515 kg/jam
- IDs	37 in	31 in
- <i>Passes</i>	2	2
- Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
<i>Dirt factor</i>	0,0024 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu	0,0023 hr.ft <sup>2</sup> .°F / Btu
Luas transfer panas	3651 ft <sup>2</sup>	1519 ft <sup>2</sup>



### 3.10. Accumulator

Tabel 3.10 Spesifikasi *Accumulator*

Kode	ACC-01	ACC-02	ACC-03
Fungsi	Menampung destilat FD	Menampung destilat MD-01	Menampung destilat MD-02
Tipe	<i>Horizontal drum</i> dengan <i>Torispherical Head</i>	<i>Horizontal drum</i> dengan <i>Torispherical Head</i>	<i>Horizontal drum</i> dengan <i>Torispherical Head</i>
Material	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	1,5813 m <sup>3</sup>	3,8415 m <sup>3</sup>	0,768 m <sup>3</sup>
Waktu tinggal	5 menit	5 menit	5 menit
Kondisi operasi			
-Tekanan	1,25 atm	1,25 atm	1,25 atm
-Suhu	105 °C	104 °C	188 °C





Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol  
dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan  
Katalis Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

Dimensi			
- Diameter	0,8662 m	1,1645 m	0,68 m
- Panjang total	2,5987 m	3,4934 m	2,0399 m
- Tebal silinder	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in
- Tebal head	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in



### 3.11. Pompa

Tabel 3.11 Spesifikasi Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan PO dari T-01 menuju ke M-01	Mengalirkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dari T-02 menuju ke M-01	Mengalirkan H <sub>2</sub> O dari T-03 menuju ke M-01	Mengalirkan hasil bawah M-02 menuju ke <i>Netralizer</i>
Tipe	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Material	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	46 gpm	0,13 gpm	8,4 gpm	1,88 gpm
Tekanan	1 – 3 atm	1 – 3 atm	1 – 3 atm	1 – 3 atm
Tenaga pompa	1,5 HP	0,1 HP	1 HP	0,5 HP
NPSH pompa	35,78 ft	25,86 ft	19,2 ft	4,5 ft
Kecepatan putar	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm
Tenaga motor	2 HP	0,2 HP	1,5 HP	1 HP
<i>Nominal Pipe</i>	2 in	0,25 in	-	0,5 in



Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan hasil M-01 menuju ke R	Mengalirkan hasil Reaktor menuju ke N	Mengalirkan hasil <i>Netralizer</i> menuju ke FD	Mengalirkan hasil atas FD menuju ke M-01
Tipe	<i>Single stage</i> <i>centrifugal pump</i>	<i>Single stage</i> <i>centrifugal pump</i>	<i>Single stage</i> <i>centrifugal pump</i>	<i>Single stage</i> <i>centrifugal pump</i>
Material	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	346 gpm	316 gpm	335 gpm	90 gpm
Tekanan	3 atm	3 atm	3 atm	1,25 – 3 atm
Tenaga pompa	2 HP	0,5 HP	0,01 HP	2,5 HP
NPSH pompa	72,84 ft	101 ft	65 ft	8 ft
Kecepatan putar	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm
Tenaga motor	2,5 HP	1 HP	1 HP	3,25 HP
<i>Nominal Pipe</i>	6 in	6 in	6 in	3 in



Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol  
dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan  
Katalis Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

Kode	P-09	P-10	P-11	P-12
Fungsi	Mengalirkan hasil bawah FD menuju ke MD-01	Mengalirkan hasil atas MD-01 sebagai refluk dan menuju ke M-01	Mengalirkan hasil bawah MD-01 sebagai umpan menuju ke MD-01	Mengalirkan hasil atas MD-01 menuju ke M-01
Tipe	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Material	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	245 gpm	217 gpm	47 gpm	217 gpm
Tekanan	1,25 atm	1,25 atm	1,25 atm	1,25 – 3 atm
Tenaga pompa	3 HP	2 HP	1 HP	5 HP
NPSH pompa	50,38 ft	36,45 ft	48,89 ft	18 ft
Kecepatan putar	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm
Tenaga motor	4 HP	2,5 HP	1,5 HP	6,5 HP
Nominal Pipe	5 in	4 in	2 in	4 in



Kode	P-13	P-14
Fungsi	Mengalirkan hasil atas MD-02 sebagai refluk dan menuju ke T-05	Mengalirkan hasil bawah MD-02 menuju ke T-06
Tipe	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Material	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	60 gpm	10 gpm
Tekanan	1,25 – 1 atm	1,25 – 1 atm
Tenaga pompa	1 HP	1 HP
NPSH pompa	33,34 ft	47,4 ft
Kecepatan putar	3500 rpm	3500 rpm
Tenaga motor	1,5 HP	1,5 HP
<i>Nominal Pipe</i>	1,5 in	1 in



## BAB IV

### UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

#### 4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk penunjang proses produksi dalam pabrik. Utilitas di pabrik Monopropilen Glikol yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air, unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, dan unit pengadaan bahan bakar.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik Monopropilen Glikol adalah:

##### 1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut:

- a. Air pendingin dan air proses
- b. Air umpan *boiler*
- c. Air konsumsi umum dan sanitasi
- d. Air pemadam kebakaran

##### 2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas pada *Reboiler* dan *Heater* ( RB-01, RB-02, HE-01)

##### 3. Unit pengadaan udara tekan



Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel, dan untuk kebutuhan umum yang lain.

#### 4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan - peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik di-supplay dari PLN dan dari *generator* sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

#### 5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk boiler

### 4.1.1. Unit Pengadaan Air

Air proses, air umpan boiler, air konsumsi umum dan sanitasi yang digunakan adalah air yang diperoleh dari PT. Petrokimia yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Untuk air pendingin digunakan air laut.

#### 4.1.1.1. Air pendingin

Air pendingin yang digunakan adalah air laut yang diperoleh dari laut yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Alasan digunakannya air laut sebagai media pendingin adalah karena faktor- faktor sebagai berikut :

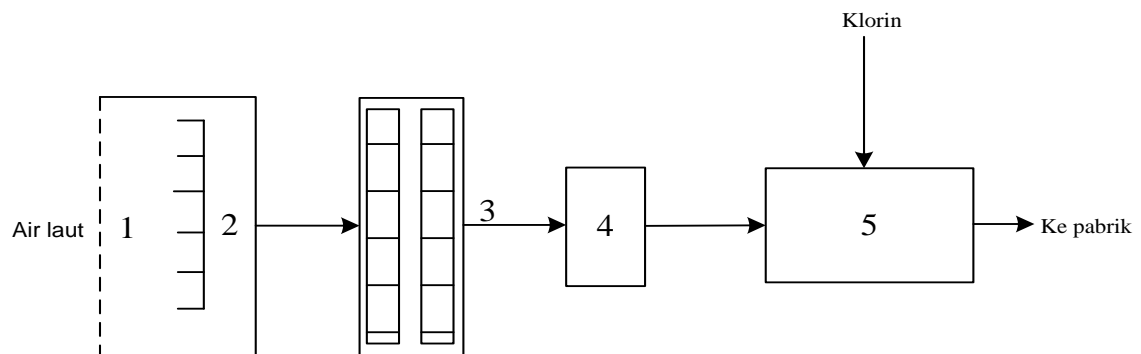
- Air laut dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah.
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.



- Tidak terdekomposisi.
- Tidak dibutuhkan *cooling tower*, karena air laut langsung dibuang lagi ke laut.

Hal - hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air laut sebagai pendingin adalah partikel-partikel besar/ makroba (makhluk hidup laut dan konstituen lain) dan partikel-partikel kecil/ mikroba laut (ganggang dan mikroorganisme laut) yang dapat menyebabkan fouling pada alat *heat exchanger*

Air pendingin yang diambil dari air laut kemudian disaring dan ditambahkan klorin.



Keterangan :

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Saringan awal     | 4. Pompa                |
| 2. kolam penampungan | 5. Bak penampungan Awal |
| 3. Traveling screen  |                         |

Gambar 4.1 Skema Pengolahan Air Laut





#### 4.1.1.2. Air Proses

Kebutuhan air proses dipenuhi dari PT. Petrokimia Air yang berasal dari PT. Petrokimia belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai air umpan boiler, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air proses meliputi:

- a. Filtrasi
- b. Demineralisasi

#### 4.1.1.3. Air Umpan Boiler

Untuk kebutuhan umpan boiler, sumber air yang digunakan adalah air dari PT. Petrokimia. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

- a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan garam-garam terlarut

- b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (scale reforming)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu yang tinggi, yang biasanya berupa garam-garam silikat dan karbonat

- c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (foaming)

Air yang biasanya diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler, karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat tidak larut dalam jumlah yang besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.



### **Pengolahan Air Umpan Boiler**

Air yang berasal dari PT. Petrokimia belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai air umpan boiler, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Air umpan boiler harus memenuhi persyaratan tertentu agar tidak menimbulkan masalah-masalah, seperti:

- Pembentukan kerak pada boiler
- Terjadinya korosi pada boiler
- Pembentukan busa di atas permukaan dalam drum boiler

Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan boiler meliputi:

- a. Filtrasi
- b. Demineralisasi
- c. Deaerasi

#### **4.1.1.4. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi**

Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik :

- Suhu air sama dengan suhu lingkungan
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau



Syarat kimia:

- Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik
- Tidak beracun

Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang patogen

#### 4.1.1.5. Pengolahan Air

Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, penambahan desinfektan maupun penggunaan *ion exchanger*. Pengolahan air melalui beberapa tahapan:

##### a. Sand filter

Air baku dari PT. Petrokimia ditampung dalam bak penampung awal. Dari bak penampung awal dialirkan ke filter. Filter yang digunakan adalah jenis *gravity sand filter* dengan menggunakan pasir kasar dan halus. Lalu air yang telah disaring ditampung ke bak penampung, dari bak penampung air dipompakan ke tangki air konsumsi dan ke unit demineralisasi

##### b. Unit demineralisasi

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan lain-lain dengan bantuan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang sebagian akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler dan lainnya sebagai air proses.



Demineralisasi diperlukan karena air umpan ketel dan air proses membutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

- Tidak menimbulkan kerak pada boiler maupun pada tube alat penukar panas jika steam digunakan sebagai pemanas. Kerak akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi.
- Babas dari semua gas-gas yang mengakibatkan terjadinya korosi, terutama gas  $O_2$  dan gas  $CO_2$

Air diumpankan ke *cation exchanger* yang berfungsi untuk menukar ion-ion positif/kation ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ) yang ada di air umpan. Alat ini sering disebut *softener* yang mengandung resin jenis *hydrogen-zeolite* dimana kation-kation dalam umpan akan ditukar dengan ion  $H^+$  yang ada pada resin.

Akibat tertukarnya ion  $H^+$  dari kation-kation yang ada dalam air umpan, maka air keluaran *cation exchanger* mempunyai pH rendah (3,7) dan *Free Acid Material* (FMA) yaitu  $CaCO_3$  sekitar 12 ppm. FMA merupakan salah satu parameter untuk mengukur tingkat kejenuhan resin. Pada operasi normal FMA stabil sekitar 12 ppm, apabila FMA turun berarti resin telah jenuh sehingga perlu diregenerasi dengan  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 4 %

Air keluaran *cation exchanger* kemudian diumpankan ke *degassifier*, untuk menghilangkan gas  $CO_2$  dengan cara menggelembungkan udara ke dalam air menggunakan blower. Air kemudian diumpankan ke *anion exchanger*. *Anion exchanger*



berfungsi sebagai alat penukar anion-anion ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^+$ , dan  $\text{CO}_3^-$ ) yang terdapat di dalam air umpan. Di dalam *anion exchanger* mengandung resin jenis *Weakly Basic Anion Exchanger* (WBAE) dimana anion-anion dalam air umpan ditukar dengan ion  $\text{OH}^-$  dari asam-asam yang terkandung di dalam umpan *exchanger* menjadi bebas dan berkaitan dengan  $\text{OH}^-$  yang lepas dari resin yang mengakibatkan terjadinya netralisasi sehingga pH air keluar *anion exchanger* kembali normal dan ada penambahan konsentrasi  $\text{OH}^-$  sehingga pH akan cenderung basa.

Batasan yang diijinkan pH (8,8-9,1), kandungan  $\text{Na}^+ = 0,08-2,5$  ppm. Kandungan silica pada air keluaran *anion exchanger* merupakan titik tolak bahwa resin telah jenuh (12 ppm). Resin digenerasi menggunakan larutan  $\text{NaOH}$  4%. Air keluaran *cation* dan *anion exchanger* ditampung dalam tangki air demineralisasi sebagai penyimpan sementara sebelum dipakai sebagai air proses dan sebelum diproses lebih lanjut di unit deaerator

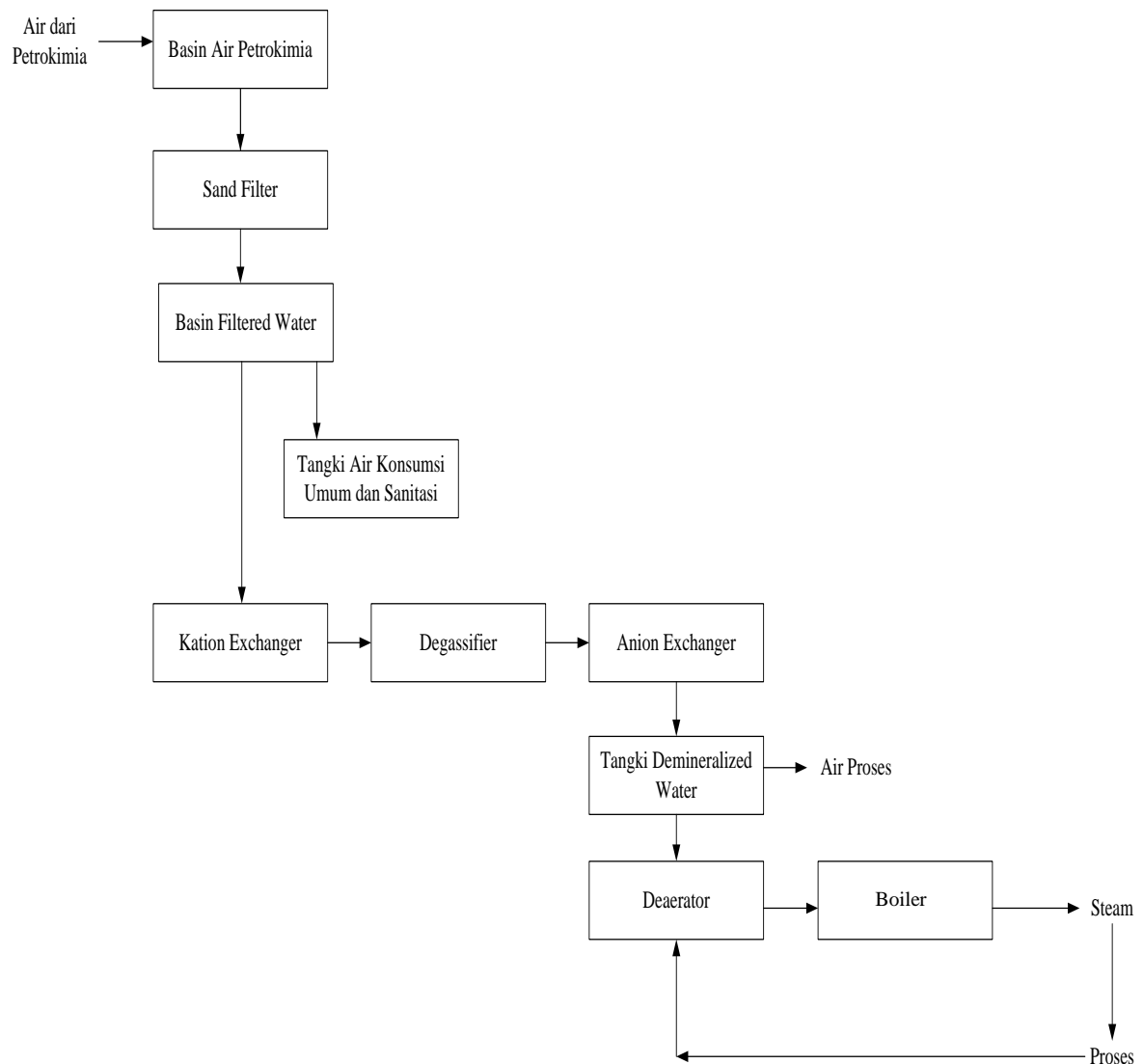
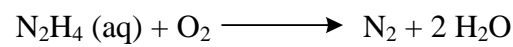
#### c. Unit deaerator

Air yang sudah diolah di unit demineralisasi masih mengandung sedikit gas-gas terlarut terutama  $\text{O}_2$ . Gas-tersebut dihilangkan dari unit deaerator karean menyebabkan korosi. Pada deaerator kadarnya diturunkan sampai kurang dari 5 ppm.

Proses pengurangan gas-gas dalam unit deaerator dilakukan secara mekanis dan kimiawi. Proses mekanis dilakukan dengan cara



mengontakkan air umpan boiler dengan uap tekanan rendah, mengakibatkan sebagian besar gas terlarut dalam air umpan terlepas dan dikeluarkan ke atmosfer. Selanjutnya dilakukan proses kimiawi dengan penambahan bahan kimia *hidrazin* ( $N_2H_4$ ). Adapun reaksi yang terjadi adalah:



Gambar 4.2 Skema Pengolahan Air



#### 4.1.1.6. Kebutuhan air

##### a. Kebutuhan Air Laut

Kebutuhan Air Laut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	lb/jam	kg/jam
CD-01	59834,0101	27315,7748
CD-02	2026264,3784	919107,4927
CD-03	155164,0413	70381,9474
HE-02	309834,9548	37999,1813
HE-03	50485,8154	96560,0317
HE-06	14725,7305	22900,2156
HE-07	11044,2979	5009,6606
Jaket Reaktor	180627,3126	81932,0115
Total	<b>2780455,4438</b>	<b>1261206,3158</b>

Jumlah air laut yang dibutuhkan sebagai media pendingin untuk jaket, kondensor, maupun *heat exchanger* adalah sebesar

$$= 1261206,3158 \text{ kg/jam}$$

##### b. Kebutuhan Air Proses

Kebutuhan Air Proses dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.2 Kebutuhan Air Proses

Alat	Kebutuhan
Mixer 1 (M-01)	1345,6554
Mixer 2 (M-02)	282,0906
Jumlah air proses	1627,7460

$$\text{Kebutuhan air proses} = 1627,7460 \text{ kg/jam}$$



c. Kebutuhan Air untuk Steam

Kebutuhan Air untuk steam dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.3 Kebutuhan Air untuk Steam

Alat	Kebutuhan
Reboiler-01	44082,1239
Reboiler-02	3702,8502
HE-01	16696,0093
Jumlah air	<b>64480,9833</b>

Kebutuhan air untuk steam = 64480,9833 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang sebesar 10% sehingga kebutuhan make

up air untuk steam = 6448,0983 kg/jam

d. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

	Kebutuhan (kg/hari)
Perkantoran	8250 Kg/hari
Laboratorium	2000 Kg/hari
Bengkel	1200 Kg/hari
Kantin	3000 Kg/hari
Hidran/Taman	1445 Kg/hari
Poliklinik	1200 Kg/hari
Jumlah air	<b>17095 Kg/hari</b>

Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi = 17095 kg/hari

= 712,2917 kg/jam





Total air yang disuplay dari PT.Petrokimia = air proses + make up air  
umpan boiler + air konsumsi + air blow down bak = 8788,1360 kg/jam

#### 4.1.2. Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik Monopropilen Glikol ini digunakan sebagai pemanas Reboiler. Steam yang dihasilkan dari boiler ini merupakan *saturated steam* dengan suhu 252,34°C dan tekanan 40,82 atm.

Untuk menjaga kemungkinan kebocoran steam pada saat distribusi, jumlah steam diletakkan sebanyak 10%. Jadi jumlah steam yang dibutuhkan adalah 64480,9833 Kg/jam.

Spesifikasi boiler:

Kode	: BO-01
Jenis	: Boiler pipa air
Jumlah	: 1 buah
Heating surface	: 30110,8075 ft <sup>2</sup>
Rate of steam	: 156372,6750 lb/jam
Tekanan steam	: 40,82 atm
Suhu steam	: 252,34 °C
Efisiensi	: 80%
Bahan bakar	: Solar
Kebutuhan bahan bakar	: 3166,5617 kg/jam



#### 4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk perancangan pabrik Monopropilen Glikol ini diperkirakan sebesar  $100 \text{ m}^3/\text{jam}$ , tekanan 6,775 atm dan suhu  $32^\circ\text{C}$ . Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompressor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi silika untuk menyerap air

Spesifikasi kompressor yang dibutuhkan:

Kode	: KU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: $100 \text{ m}^3/\text{jam}$
Tekanan suction	: 1 atm
Tekanan discharge	: 6,775 atm
Efisiensi	: 80%
Daya kompressor	: 11 Hp

#### 4.1.4. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik Monopropilen Glikol ini dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung secara kontinyu, meskipun ada gangguan pasokan dari PLN.



Generator yang digunakan adalah generator bolak-balik karena tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar dan tegangannya dapat dinaikan atau diturunkan sesuai kebutuhan.

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
2. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi
3. Listrik untuk penerangan
4. Listrik untuk AC

Besarnya kebutuhan listrik masing-masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut:

1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses and keperluan pengolahan air diperkirakan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Nama	$\Sigma$	HP	ef.1	Total HP
P-01	1	2	0,85	2,3
P-02	1	0,2	0,85	0,23
P-03	1	1,5	0,85	1,725
P-04	1	1	0,85	1,15
P-05	1	2,5	0,85	2,875
P-06	1	1	0,85	1,15
P-07	1	1	0,85	1,15
P-08	1	3,25	0,85	3,7375
P-09	1	4	0,85	4,6
P-10	1	2,5	0,85	2,875
P-11	1	1,5	0,85	1,725
P-12	1	6,5	0,85	7,475
P-13	1	1,5	0,85	1,725



Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol dari  
Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan Katalis  
Asam Kapasitas 50.000 ton/tahun

P-14	1	1,5	0,85	1,725
PU-01	5	8	0,85	46
PU-02	1	3	0,85	3,45
PU-03	1	0,5	0,85	0,575
PU-04	1	13,5	0,85	15,525
PU-05	1	1	0,85	1,15
PU-06	1	0,5	0,85	0,575
PU-07	1	8	0,85	9,2
PU-08	1	1	0,85	1,15
PU-09	1	0,2	0,85	0,23
PU-10	1	3	0,85	3,45
PWT-01	1	1	0,85	1,15
PWT-02	1	0,5	0,85	0,575
PWT-03	1	0,2	0,85	0,23
PWT-04	1	1	0,85	1,15
PWT-05	1	0,5	0,85	0,575
PWT-06	1	1	0,85	1,15
PWT-07	1	9,5	0,85	10,925
PWT-08	1	0,5	0,85	0,575
PWT-09	1	9,5	0,85	10,925
BL-02	1	2,5	0,85	2,875
R	1	20	0,85	23
M-01	1	1,5	0,85	1,725
M-02	1	1	0,85	1,15
N	1	18	0,85	20,7
KU-01	1	11	0,85	12,65
Jumlah				202,57

Jadi jumlah listrik yang dikonsumsi untuk keperluan proses dan utilitas sebesar 202,57 HP = 151 kW

2. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Diperlukan menggunakan tenaga listrik sebesar 10 kW

3. Listrik untuk penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan;

$$L = \frac{a \cdot F}{U \cdot D}$$



Dengan:  $L$  : *Lumen per outlet*

$a$  : Luas area,  $\text{ft}^2$

$F$  : *Foot candle* yang diperlukan (tabel 13 Perry 3<sup>th</sup> ed)

$U$  : Koefisien utilitas (tabel 16 Perry 3<sup>th</sup> ed)

$D$  : Efisiensi lampu (tabel 16 Perry 3<sup>th</sup> ed)

Perhitungan jumlah *lumen* dapat dilihat pada tabel 4.5

**Tabel 4.6 Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan**

Bangunan	Luas, $\text{m}^2$	Luas, $\text{ft}^2$	F	U	D	Lumen
Pos keamanan	40	430,55	20	0,42	0,75	27336,2505
Parkir	850	9149,10	10	0,49	0,75	248955,139
Musholla	100	1076,36	20	0,55	0,75	52187,3873
Kantin	200	2152,73	20	0,51	0,75	112561,032
Kantor	700	7534,55	35	0,60	0,75	586020,87
Poliklinik	100	1076,36	20	0,56	0,75	51255,4697
Ruang kontrol	300	3229,09	40	0,56	0,75	307532,818
Laboratorium	350	3767,28	40	0,56	0,75	358788,288
Proses	1000	10763,65	30	0,59	0,75	729738,891
Utilitas	1800	19374,57	10	0,59	0,75	437843,335
Ruang generator	350	3767,28	10	0,51	0,75	98490,9026
Bengkel	300	3229,09	40	0,51	0,75	337683,095
Safety	150	1614,55	41	1,51	1,75	25050,6865
Gudang	1000	10763,65	5	0,51	0,75	140701,289
Pemadam	100	1076,36	20	0,51	0,75	56280,5158
Jalan dan taman	900	9687,28	5	0,55	0,75	117421,622
Area perluasan	2500	26909,12	5	0,57	0,75	314726,568
Jumlah	10740	115601,59				4002574,16



Jumlah lumen :

Untuk penerangan luar ruangan = 681103,3286 lumen

Untuk penerangan dalam bangunan = 3321470,83 lumen

Untuk semua area luar bangunan direncanakan menggunakan lampu merkuri 100 Watt, dimana lumen output tiap lampunya 3000 lumen/buah,

$$\begin{aligned}\text{Jadi jumlah lampu luar ruangan} &= \frac{681103,3286}{3000} \\ &= 228 \text{ buah}\end{aligned}$$

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu fluorescent 40 Watt, dimana satu lampu *instant Starting Daylight* 40 W mempunyai lumen output = 1920 lumen/buah

$$\begin{aligned}\text{Jadi jumlah lampu dalam ruangan} &= \frac{3321470,83}{1920} \\ &= 1730 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total daya penerangan adalah} &= (40 \text{ W} \times 1730 + 100 \text{ W} \times 228) \\ &= 92 \text{ kW}\end{aligned}$$

Tabel 4.7 Total Kebutuhan Listrik

No	Kebutuhan Listrik	Tenaga Listrik, kW
1.	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	151,06
2.	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	92,00
3.	Listrik untuk penerangan	15,00
4.	Listrik untuk AC	10,00
	Total	268,06



Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80%, sehingga generator yang disiapkan harus mempunyai output sebesar 297,8426 kW

Dipilih menggunakan generator dengan daya 300 kW

Spesifikasi generator yang diperlukan:

Kode	: GU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan listrik
Jenis	: AC Generator
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 300 kW
Tegangan	: 220/360 V
Efisiensi	: 80%
Bahan bakar	: Solar
Kebutuhan bahan bakar	: 33,16 L/jam

#### 4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar.

Pemilihan solar sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan:

1. Mudah didapat
2. Lebih ekonomis
3. Mudah dalam penyimpanan



Bahan bakar solar yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Specific Gravity	: 0,840
Viscosity	: 35
Pour Point ( °F )	: 65
Sulphur Content	: 1,5 %
Water Content	: 10 %
Sediment	: 0,02 %
Ash	: 0,02 %
Heating Value	: 18800 Btu/lb
Efisiensi bahan bakar	: 80 %

Kebutuhan bahan bakar dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$\text{Bahan bakar} = \frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{Eff. p.h}}$$

a. Kebutuhan bahan bakar untuk boiler

$$\text{Kapasitas boiler} = 71757649,72 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 3528,1639 \text{ L/jam}$$

b. Kebutuhan bahan bakar untuk generator

$$\text{Kapasitas generator} = 300 \text{ kW}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 29,57 \text{ L/jam}$$





#### 4.2. Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi



Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *nonshift*.

1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift* dalam 4 regu kerja. Masing – masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *nonshift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik
2. Laboratorium analitik
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan



#### 4.2.1. Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat bahan baku, produk, dan air. Pengamatan yang dilakukan yaitu antara lain :

- *specific gravity*
- viscositas
- kandungan air

#### 4.2.2. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat – sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan antara lain :

- kadar kandungan kimiawi dalam produk
- kandungan logam

#### 4.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

#### 4.2.4. Prosedur Analisa Bahan Baku

##### 4.2.4.1. Densitas

Alat : Hidrometer

Cara pengujian :



- Menuang sampel ke dalam gelas ukur 1 liter (usahakan tidak terbentuk gelembung).
- Memasukkan termometer ke dalam gelas ukur.
- Memasukkan hidrometer yang telah dipilih sesuai dengan sampel.
- Memasukkan hidrometer terapung pada sampel sampai konstan lalu membaca skala pada hidrometer tersebut.
- Mengkonversi menggunakan tabel yang tersedia.

#### 4.2.4.2. Viskositas

Alat : Viskometer tube, *bath*, *stopwatch*, *termometer*.

Cara pengujian :

- Mengisikan sampel dengan volume tertentu (sesuai dengan kapasitas kapiler) ke dalam viskometer tube yang telah dipilih.
- Memasukkan sampel ke dalam bath, diamkan selama 15 menit agar temperatur sampel sesuai dengan temperatur bath/temperatur pengetesan.
- Pengetesan dilakukan dengan mengalirkan sampel melalui kapiler sambil menghitung alirnya.

#### 4.2.4.3. Analisis *Water Content* (kandungan air dalam bahan padat)

Tujuannya : Untuk mengetahui jumlah volume air yang dikandung katalis. Metode yang digunakan adalah ASTM D-99.

Prosedur : Sampel volume 100 ml ditambahkan pelarut 100 ml dan didistilasi secara refluks. Pelarut dan air akan terkondensasi



oleh kondensor, kemudian tertangkap pelampung. Air akan mengendap di bawah penampung dan pelarut akan kembali ke dalam labu distilasi. Jumlah kandungan air dibaca pada skala pelampung.

#### **4.2.5. Prosedur Analisa Produk**

##### **4.2.5.1. *Infra Red Spectrofotometer (IRS).***

Mengambil sampel Monopropilen Glikol secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan Infra red Spectrofotometer (IRS). Dengan alat ini dapat ditentukan kandungan gugus organik yang tersusun, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai produk atau belum.

#### **4.2.6. Analisa Air**

Air yang dianalisis antara lain:

1. Air baku
2. Air proses
3. Air demineralisasi
4. Air umpan boiler
5. Air limbah

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, sulfat, silika, dan konduktivitas air.

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:



1. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air
2. Spektrofotometer, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air
3. Spectroscopy, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat
4. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
5. Conductivity meter, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air

Air demineralisasi yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ), kandungan  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$



## **BAB V**

### **MANAJEMEN PERUSAHAAN**

#### **5.1 Bentuk Perusahaan**

Pabrik Monopropilen Glikol yang akan didirikan, direncanakan mempunyai:

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)  
Lapangan Usaha : Industri Monopropilen Glikol  
Lokasi Perusahaan : Gresik, Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain (Widjaja, 2003) :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan Perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

6. Lapangan usaha lebih luas



Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas :

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham.
4. Perseroan Terbatas dipimpin oleh suatu Direksi yang terdiri dari para pemegang saham.

Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

## 5.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain (Zamani, 1998):

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi
- c) Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi





- d) Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
- e) Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
- f) Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
- g) Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
- h) Adanya koordinasi
- i) Struktur organisasi disusun sederhana
- j) Pola dasar organisasi harus relatif permanen
- k) Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*)
- l) Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya
- m) Penempatan orang harus sesuai keahliannya

Dengan berpedoman pada azas tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu *Sistim Line and Staff*. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu (Zamani, 1998):

1. Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.



2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi (Widjaja, 2003).

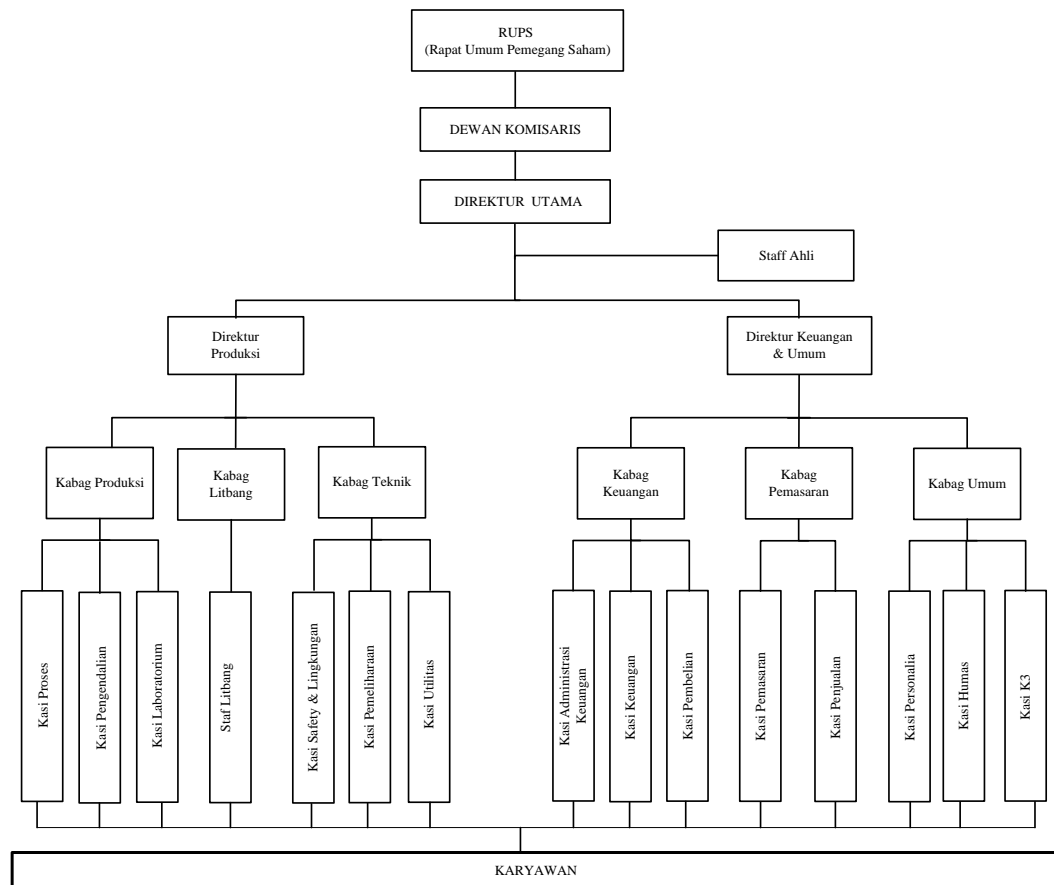
Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat
- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.



- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Struktur organisasi pabrik Monopropilen Glikol disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Struktur organisasi pabrik Monopropilen Glikol



## **5.3 Tugas dan Wewenang**

### **5.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut, para pemegang saham berwenang (Widjaja, 2003) :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

### **5.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi (Widjaja, 2003):

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahannya
2. Mengawasi tugas - tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas - tugas penting



### 5.3.3 Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur produksi dan direktur keuangan-umum.

Tugas direktur umum antara lain :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan dan umum (direktur keuangan dan umum).

Tugas dari direktur produksi antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.



Tugas dari direktur keuangan antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### **5.3.4 Staf Ahli**

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

#### **5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)**

Litbang terdiri dari tenaga - tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departemen, yaitu Departemen Penelitian dan Departemen Pengembangan

Tugas dan wewenangnya meliputi :

- a. Memperbaiki mutu produksi



- b. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi
- c. Meningkatkan efisiensi perusahaan di berbagai bidang

### 5.3.6 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur Utama (Zamani, 1998).

Kepala bagian terdiri dari:

#### 1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain :

- a. Mengawasi jalannya proses produksi
- b. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian :

Menangani hal - hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.



Tugas seksi laboratorium, antara lain:

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- c. Mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- d. Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

## 2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik, antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas
- b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala Bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas, antara lain :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain :

- a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja
- b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran





### 3. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

### 4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian, antara lain :

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
- b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

Tugas seksi pemasaran :

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- b. Mengatur distribusi hasil produksi



## 5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian umum membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas :

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- c. Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Seksi humas bertugas :

Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi Keamanan bertugas :

- a. Mengawasi keluar masuknya orang - orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.
- b. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.



### 5.3.7 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

## 5.4 PEMBAGIAN JAM KERJA KARYAWAN

Pabrik monopropilen glikol ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan dan *shutdown*. Sedangkan pembagain jam kerja karyawan dibagi dalam 2 golongan, yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

### 5.4.1 Karyawan *non shift*

Karyawan *non shift* dalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang berada dikantor. Karyawan harian dalam 1 minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Jam kerja :

- Hari Senin – Jumat : Jam 08.00 – 17.00

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00



#### 5.4.2 Karyawan *shift* atau *Ploog*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian - bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, dan bagian - bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam, dengan pengaturan sebagai berikut :

*Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00

*Shift* Sore : Jam 15.00 – 23.00

*Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.1. Jadwal pembagian kelompok *shift*

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M
B	S	S	L	S	M	M	L	P	P	P
C	M	L	S	M	P	L	M	S	S	L
D	L	M	M	P	L	P	P	M	L	S



Hari	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L
B	L	M	S	S	L	M	M	M	L	P
C	P	P	M	L	S	P	P	L	M	S
D	S	S	L	M	M	S	L	P	P	M

Hari	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	M	M	S	L	P	P	P	L	S	S
B	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M
C	S	L	M	M	M	L	S	P	P	L
D	L	S	P	P	L	M	M	S	L	P

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan (Zamani, 1998).

## 5.5 STATUS KARYAWAN DAN SISTEM UPAH

Pada pabrik Monopropilen glikol ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:



### 1. Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

### 2. Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

### 3. Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

## 5.6 PENGGOLONGAN JABATAN, JUMLAH KARYAWAN DAN GAJI

### 5.6.1 Penggolongan Jabatan

1	Direktur Utama	: Sarjana Ekonomi/Teknik/Hukum
2	Direktur Produksi	: Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	: Sarjana Ekonomi/Akuntansi
4	Kepala Bagian Produksi	: Sarjana Teknik Kimia
5	Kepala Bagian Teknik	: Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
6	Kepala Bagian Pemasaran	: Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
7	Kepala Bagian Keuangan	: Sarjana Ekonomi/Akuntansi
8	Kepala Bagian Umum	: Sarjana Ekonomi/Hukum
9	Kepala Seksi	: Sarjana
10	Operator	: Sarjana atau D3



- |               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| 11 Sekretaris | : Sarjana atau Akademi sekretaris |
| 12 Dokter     | : Sarjana Kedokteran              |
| 13 Perawat    | : akademi Perawat                 |
| 14 Lain-lain  | : SLTA / Sederajat                |

### 5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efisien.

Tabel 5.2. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

NO.	JABATAN	JUMLAH
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Produksi	1
3	Direktur keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	2
5	Sekretaris	3
6	Kepala Bagian Produksi	1
7	Kepala Bagian LITBANG	1
8	Kepala Bagian Teknik	1
9	Kepala Bagian Umum	1
10	Kepala Bagian Keuangan	1
11	Kepala Bagian Pemasaran	1
12	Kepala Seksi Proses	1
13	Kepala Seksi Pengendalian	1
14	Kepala Seksi Laboratorium	1
15	Staff Litbang	2
16	Kepala Seksi Safety & Lingkungan	1
17	Kepala Seksi Pemeliharaan	1



18	Kepala Seksi Utilitas	1
19	Kepala Seksi Administrasi Keuangan	1
20	Kepala Seksi Keuangan	1
21	Kepala Seksi Pembelian	1
22	Kepala Seksi Personalia	1
23	Kepala Seksi Humas	1
24	Kepala Seksi Keamanan	1
25	Kepala Seksi Penjualan	1
26	Kepala Seksi Pemasaran	1
27	Karyawan Proses	36
28	Karyawan Pengendalian	8
29	Karyawan Laboratorium	4
30	Karyawan Penjualan	8
31	Karyawan Pembelian	6
32	Karyawan Pemeliharaan	6
33	Karyawan Utilitas	8
34	Karyawan Administrasi	5
35	Karyawan Kas	5
36	Karyawan Personalia	5
37	Karyawan Humas	5
38	Karyawan Keamanan	10
39	Karyawan Pemasaran	8
40	Karyawan Safety & Lingkungan	4
41	Dokter	2
42	Perawat	2
43	Sopir	4
44	Pesuruh	7
	<b>TOTAL</b>	<b>165</b>





**Tabel 5.3. Perincian Golongan dan Gaji Karyawan**

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp)	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	50.000.000	S1 Pengalaman 10 Tahun
II.	Direktur	35.000.000	S1 Pengalaman 10 Tahun
III.	Staff Ahli	20.000.000	S1 Pengalaman 5 Tahun
IV.	Litbang	15.000.000	S1 pengalaman
V.	Kepala Bagian	9.000.000	S1 pengalaman
VI.	Kepala Seksi	6.000.000	S1/D3 pengalaman
VII.	Sekretaris	3000.000	S1/D3 pengalaman
VIII.	Karyawan Biasa	1000.000 – 3000.000	SLTA/D1/D3

### 5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain (Masud, 1989) :

#### 1. Tunjangan

- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

#### 2. Pakaian Kerja

Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah empat pasang.



### 3. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan sampai 1 bulan sesudah melahirkan.

### 4. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.

### 5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.



## BAB VI

### ANALISIS EKONOMI

Pada prarancangan pabrik Monopropilen Glikol ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi, di mana analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu, analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak.

Untuk itu pada prarancangan pabrik Monopropilen Glikol ini, kelayakan investasi modal akan dianalisis meliputi :

- a. *Profitability*
- b. *% Profit on Sales (POS)*
- c. *% Return on Investment (ROI)*
- d. *Pay Out Time (POT)*
- e. *Break Event Point (BEP)*
- f. *Shut Down Point (SDP)*
- g. *Discounted Cash Flow (DCF)*



Untuk meninjau faktor-faktor tersebut perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran modal industri ( *Total Capital Investment* ) yang terdiri atas:
  - a. Modal tetap
  - b. Modal kerja
2. Penentuan biaya produksi total ( TPC )
  - a. *Manufacturing cost*
  - b. *General expense*
3. Total pendapatan penjualan produk Monopropilen Glikol  
Yaitu keuntungan yang didapat selama satu periode produksi.

### 6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan pabrik dapat diperkirakan dengan metoda yang dikonversikan dengan keadaan yang ada sekarang ini. Karena data yang diperoleh adalah data pada tahun 2002, maka penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga. Penentuan harga dengan indeks dilakukan untuk alat dengan kapasitas yang sama dan jenis yang sama namun berbeda tahunnya.

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny} \quad ( \text{Aries \& Newton, 1955 hal 16} )$$

Dengan :

$E_x$  : Harga pembelian pada tahun 2010

$E_y$  : Harga pembelian pada tahun 2002

$N_x$  : Indeks harga pada tahun 2010

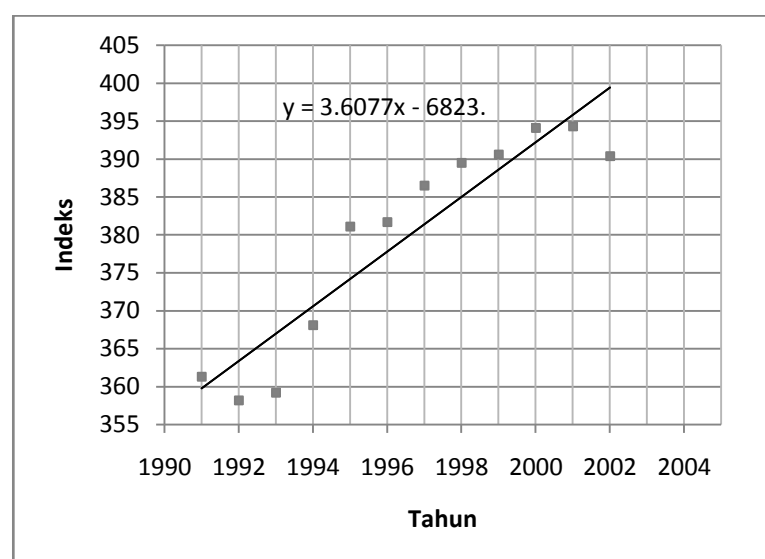
$N_y$  : Indeks harga tahun 2002



Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

<b>COST INDEX, TAHUN</b>	<b>CHEMICAL ENGINEERING PLANT INDEX</b>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	394,4

(Peters & Timmerhause, 2002 )



Gambar 6.1 *Chemical Engineering Cost Index*



## 6.2 Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

Asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam perhitungan analisis ekonomi :

1. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
2. Kapasitas produksi pabrik adalah 50.000 ton/tahun.
3. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun.
4. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan.
5. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
6. Umur pabrik diperkirakan 10 tahun.
7. Nilai rongsokan (*salvage value*) 0 % dari FCI
8. Situasi pasar, biaya,dll diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi.
9. Upah buruh asing \$ 11 per *manhour*.
10. Upah buruh lokal Rp. 8.500,00 per *manhour*.
11. Perbandingan jumlah tenaga asing : Indonesia = 5 % : 95 %
12. Harga produk Monopropilen Glikol US\$ 2,4 / kg
13. Harga produk Dipropilen Glikol US\$ 4 / kg
14. Harga katalis seyawa asam sulfat US\$ 0,079 / kg
15. Harga bahan baku Propilen OksidaUS\$ 1,1 / kg
16. Harga bahan baku air US\$ 0,00032 /kg
17. Harga bahan baku soda kaustik US\$ 0,891 / kg
18. Kurs dollar yang dipakai : 1 US\$ = Rp. 9.200,00



### 6.2.1 Modal Tetap ( *Fixed Capital Investment* )

Tabel 6.2 Modal Tetap

NO	JENIS	HARGA RP	HARGA US \$
1.	Harga pembelian peralatan		1,608,154.7
2.	Instalasi alat-alat	755.540.398,6	202,267.49
3.	Pemipaan	1.377.159.571	787,995.80
4.	Instrumentasi	141.663.809	390,281.60
5.	Isolasi	124.266.499	48,244.64
6.	Listrik	124.266.499	1,608,154.70
7.	Bangunan		482,446.41
8.	Tanah & Perbaikan lahan	6.744.000.000	209,060.11
9.	Utilitas		2,462,614.97
10.	Engineering&Construction	1.804.248.242	2,109,203.62
11.	Contractor's fee	757.784.261	885,865.52
12.	Contingency	2.255.310.302	3,163,805.43
Fixed Capital Invesment ( FCI )		13.838.584.012	16.704.892.67

### 6.2.2 Modal Kerja ( *Working Capital Investment* )

Tabel 6.3 Modal Kerja

NO.	JENIS	HARGA Rp	HARGA US \$
1.	Persediaan Bahan baku		5,944,463.66
2.	Persediaan Bahan dalam proses	5.110.444	43,254.94
3.	Persediaan Produk	1.124.297.844	9,516,086.94
4.	Extended Credit		13,998,801.47
5.	Available Cash	1.124.297.844	9,516,086.94
Working Capital Investment ( WCI )		2.248.595.699	33,030,975.78



### Total Capital Investment ( TCI )

$$\begin{aligned} \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\ &= \text{Rp. 473.657.165.409} \end{aligned}$$

## 6.3 Biaya Produksi Total ( *Total Production Cost* )

### 6.3.1 Manufacturing Cost

#### 6.3.1.1 Direct Manufacturing Cost

Tabel 6.4 Direct Manufacturing Cost

NO.	JENIS	HARGA Rp	HARGA US \$
1.	Harga Bahan Baku		71,333,563.97
2.	Gaji Pegawai	3.833.400.000	
3.	Supervisi	2.088.000.000	
4.	Maintenance	899.507.960	1,08 7,505.97
5.	Plant Supplies	134.926.194	163,123.89
6.	Royalty & Patent		4,199,640.44
7.	Utilitas	902.124.120	6,692,344.44
Total Direct Manufacturing Cost (DMC)		7.858.558.275	83,476,180.72

#### 6.3.1.2 Indirect Manufacturing Cost

Tabel 6.5 Indirect Manufacturing Cost

NO.	JENIS	HARGA Rp	HARGA US \$
1.	Payroll Overhead	575.100.000	
2.	Laboratory	575.100.000	
3.	Plant Over Head	2.683.800.000	
4.	Packaging & Shipping		28,557,554.99
Total Indirect Manufacturing Cost (IMC)		3.834.000.000	28,557,554.99





### 6.3.1.3 Fixed Manufacturing Cost

Tabel 6.6 Fixed Manufacturing Cost

NO.	JENIS	HARGA Rp	HARGA US \$
1.	Depresiasi	1.383.858.401	1,673,086.11
2.	Property Tax	244.084.313	334,617.22
3.	Asuransi	138.385.890	167,308.61
Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)		1.799.015.922	2,175,011.94

### Total Manufacturing Cost (TMC)

$$= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC}$$

$$= \text{US\$ } 114,208,747.7 + \text{Rp. } 13.491.574.197,4$$

$$= \text{Rp. } 1.064.212.052.578,23$$

### 6.3.2 General Expense

Tabel 6.7 General Expense

NO.	JENIS	HARGA Rp	HARGA US \$
1.	Administrasi	4.126.000.000	
2.	Sales		26,877,698.82
3.	Riset		8,399,280.88
4.	Finance	514.604.277	2,895,790.98
General Expense (GE)		4.640.609.278	38,172,770.80

### Biaya Produksi Total (TPC)

$$= \text{TMC} + \text{GE}$$

$$= \text{US\$ } 152,381,518.3 + \text{Rp. } 18.132.183.475$$



## 6.4 Keuntungan ( Profit )

➤ Penjualan selama 1 tahun :

Monopropilen Glikol	=	US\$ 2.4 / kg
Total penjualan	=	US\$ 120,000,000.00
	=	Rp. 1.104.000.000.000,00
Dipropilen Glikol	=	US\$ 4 /kg
Total penjualan	=	US\$ 47,985,617.7
	=	Rp. 441.467.681.950,00

➤ Biaya produksi total = Rp. 1.422.068.961.086,00

➤ Keuntungan sebelum pajak = Rp. 123.398.720.863,00

➤ Pajak 25 % = Rp. 30.849.680.216,00

➤ Keuntungan setelah pajak = Rp. 92.549.040.648,00

## 6.5 Analisis Kelayakan

### 1. % Profit on Sales (POS)

Adalah persen keuntungan penjualan produk terhadap harga jual produk itu sendiri. Besarnya POS pabrik Monopropilen Glikol ini adalah :

POS sebelum pajak = 8,83%

POS setelah Pajak = 6,62%

### 2. % Return on Investment (ROI)

Adalah tingkat pengembalian modal dari pabrik ini, dimana untuk pabrik yang tergolong *high risk*, mempunyai batasan ROI minimum sebelum pajak sebesar 44 %



ROI sebelum pajak = 74,76%

ROI setelah pajak = 56,07%

### 3. *Pay Out Time (POT)*

Adalah waktu yang diperlukan untuk pengembalian *capital investment* dari keuntungan yang diperoleh sebelum dikurangi depresiasi. Besarnya POT untuk pabrik yang beresiko tinggi sebelum pajak adalah kurang dari 2 tahun. Besarnya POT untuk pabrik Monopropilen Glikol yang akan didirikan ini adalah :

POT sebelum pajak = 1,18 tahun

POT setelah pajak = 1,51 tahun

### 4. *Break Event Point (BEP)*

Adalah besarnya kapasitas produksi minimum yang diperlukan agar pabrik tetap dapat beroperasi dan tidak mengalami kerugian. Besarnya BEP yang lazim untuk suatu pabrik adalah 40 – 60 %.

Besarnya BEP untuk pabrik Monopropilen Glikol ini adalah 41,97 %

### 5. *Shut Down Point (SDP)*

Adalah besarnya kapasitas produksi yang diperlukan agar pabrik bisa tetap melakukan operasi meski mengalami kerugian sebesar biaya *fixed manufacturing cost*. SDP untuk pabrik Monopropilen Glikol yang akan didirikan ini adalah 35,20 %

### 6. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang

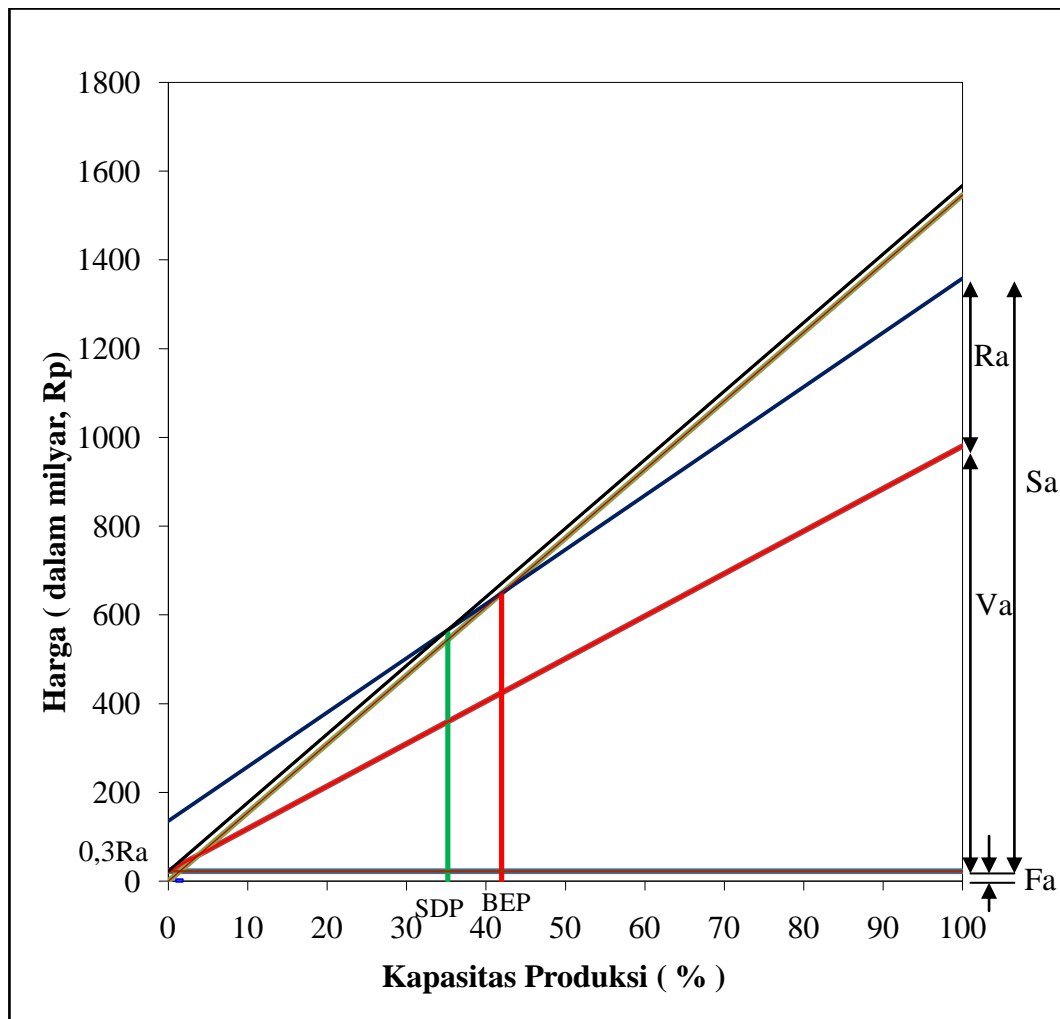


berlaku di bank. Tingkat bunga simpanan di Bank Mandiri adalah 11,7 % (www.kompas.com, 2009), dari perhitungan DCF diperoleh nilai  $i = 28,25\%$ .

Tabel 6.8 Analisis Kelayakan

<b>ANALISIS KELAYAKAN</b>	<b>NILAI</b>	<b>BATASAN</b>	<b>KETERANGAN</b>
% ROI			
a. sebelum pajak	74,76%	Min 44 %	Layak
b. setelah pajak	56,07%		
POT			
a. sebelum pajak	1,18 tahun	Maks. 2 tahun	Layak
b. setelah pajak	1,51 tahun		
BEP	41,97 %	40-60%	Layak
SDP	35,20 %		Layak
DCF	28,25 %	Min 11,7 %	Layak

Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik Monopropilen Glikol dengan kapasitas 50.000 ton per tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.



Keterangan :

Fa = Fixed manufacturing cost

Va = Variabel cost

Ra = Regulated cost

Sa = Penjualan ( sales )

SDP = Shut down point

BEP = Break even point

Gambar 6.2 Grafik Analisis Kelayakan